LE GRAFCET

INTRODUCTION

- La création d'une machine automatisée nécessite un dialogue entre le client qui définit le cahier des charges (qui contient les besoins et les conditions de fonctionnement de la machine) et le constructeur qui propose des solutions.
- Ce dialogue n'est pas toujours facile : le client ne possède peut-être pas la technique lui permettant de définir correctement son problème.
- D'autre part, le langage courant ne permet pas de lever toutes les ambiguïtés dues au fonctionnement de la machine (surtout si des actions doivent se dérouler simultanément).
- C'est pourquoi l'**ADEPA** (*Agence pour le Développement de la Productique Appliquée à l'industrie*) a créé le **GRAFCET**.

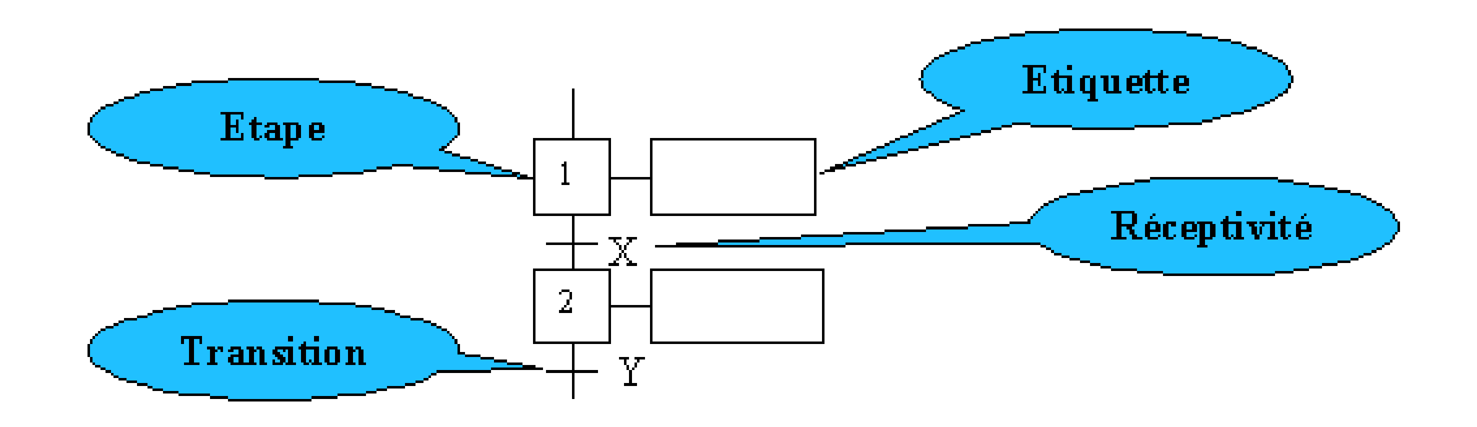
DÉFINITION

- Le GRAFCET (GRAphe Fonctionnel de Commande des étapes et Transitions)

  est l'outil de représentation graphique d'un cahier des charges.

- Il a été proposé par l'ADEPA (en 1977 et normalisé en 1982 par la NF C03-190).

Le GRAFCET est une représentation alternée d'**étapes** et de **transitions**. Une seule transition doit séparer deux étapes.

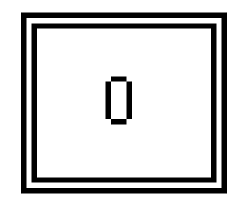


Une **étape** correspond à une situation dans laquelle les variables de sorties conservent leur état.

Une **transition** indique la possibilité d'évolution entre deux étapes successives. A chaque transition est associée une condition logique appelée **réceptivité.**

RÈGLES DE SYNTAXE

Règle N°1 : situation initiale



Cette représentation indique que l'étape est initialement activée (à la mise sous tension de la partie commande).

La situation initiale, choisie par le concepteur, est la **situation à l'instant initial**.

Règle N°2 :
franchissement d'une transition

Une transition est **franchie** lorsque l'étape associée est **active** et la **réceptivité** associée à cette transition est **vraie**.

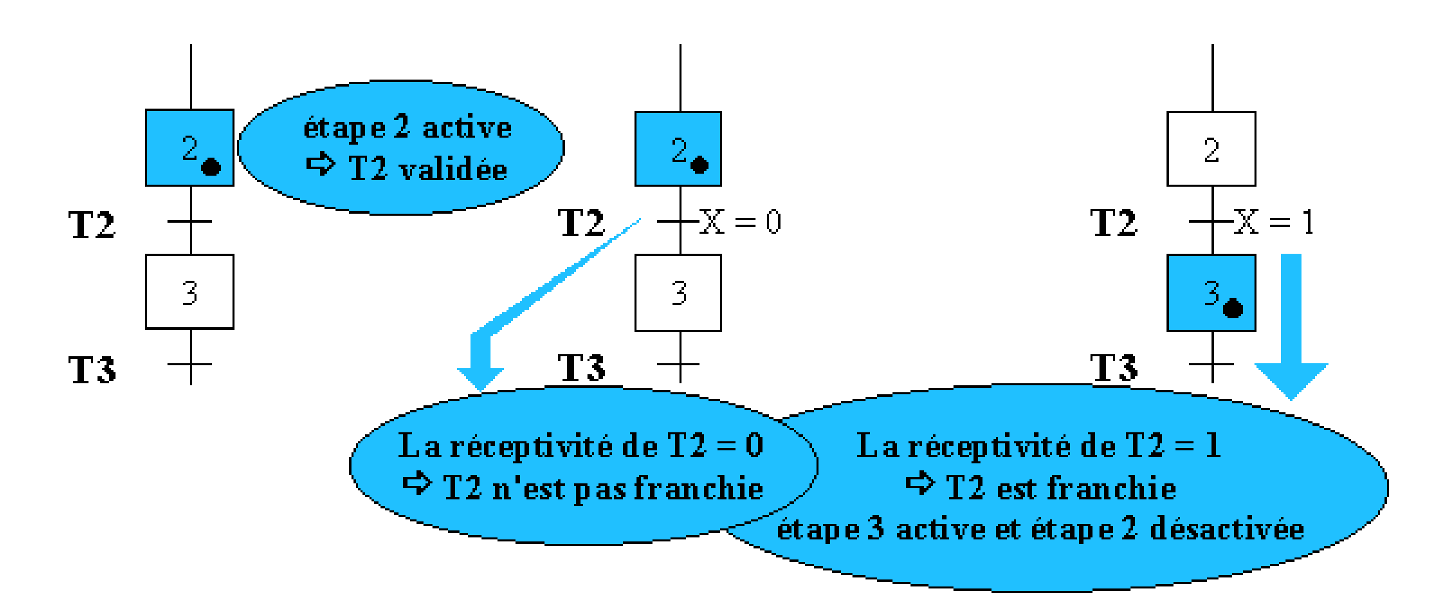
Règle N°3 :

Evolution des étapes actives

- Le franchissement d'une transition provoque simultanément :

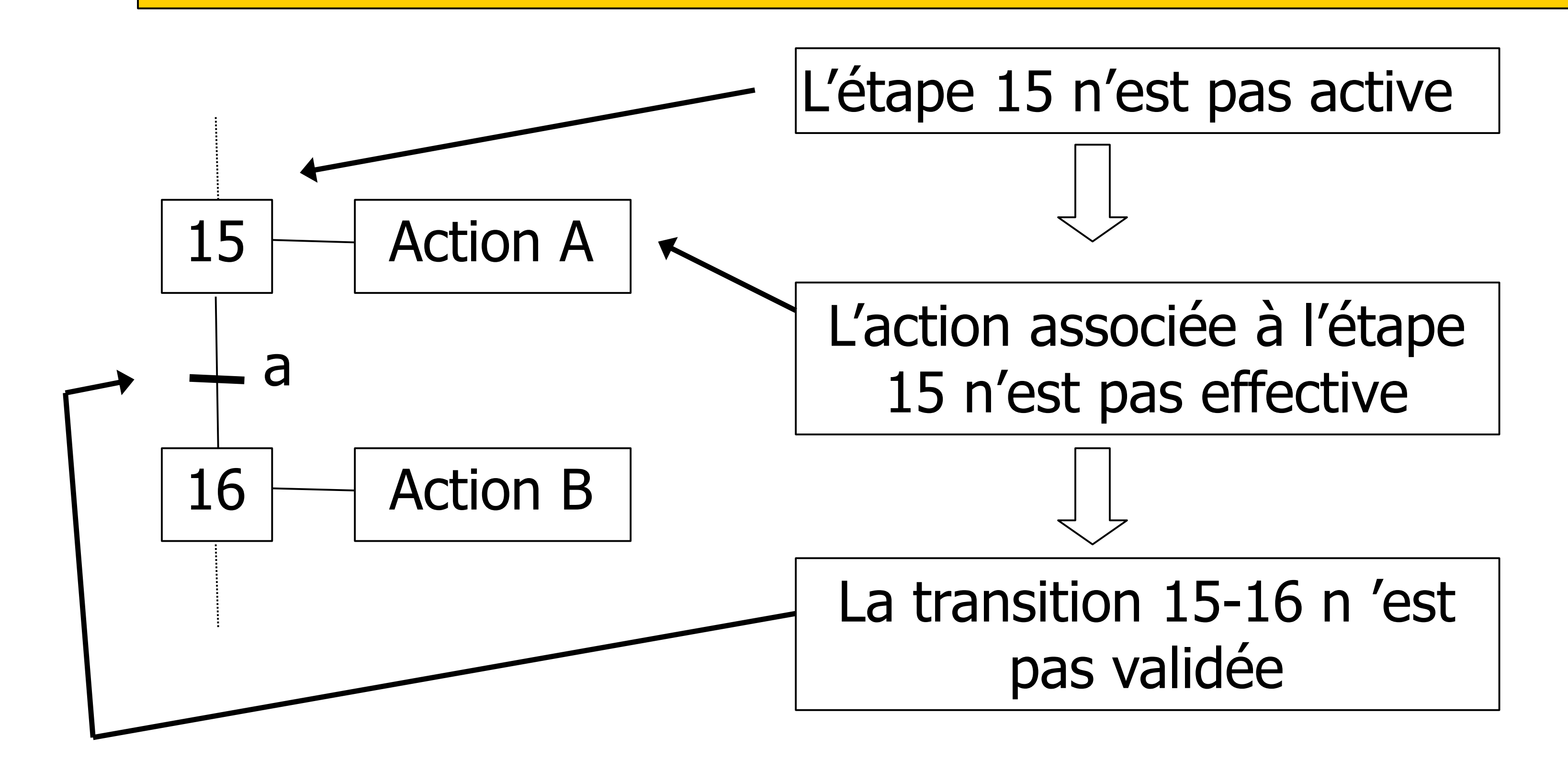
- la **désactivation** de toutes les étapes immédiatement précédentes reliées à cette transition,

- l'**activation** de toutes les étapes immédiatement suivantes reliées à cette transition.

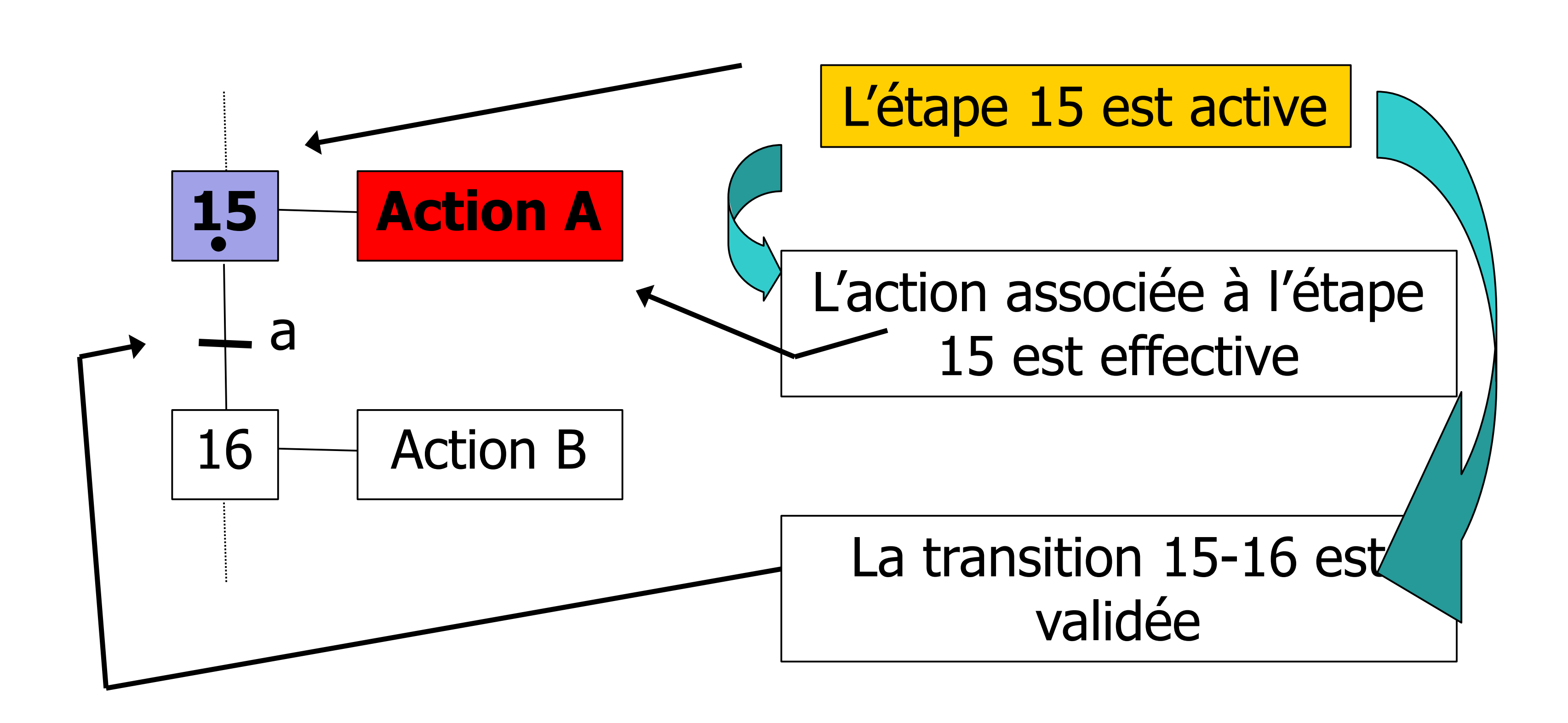


Principe d’évolution

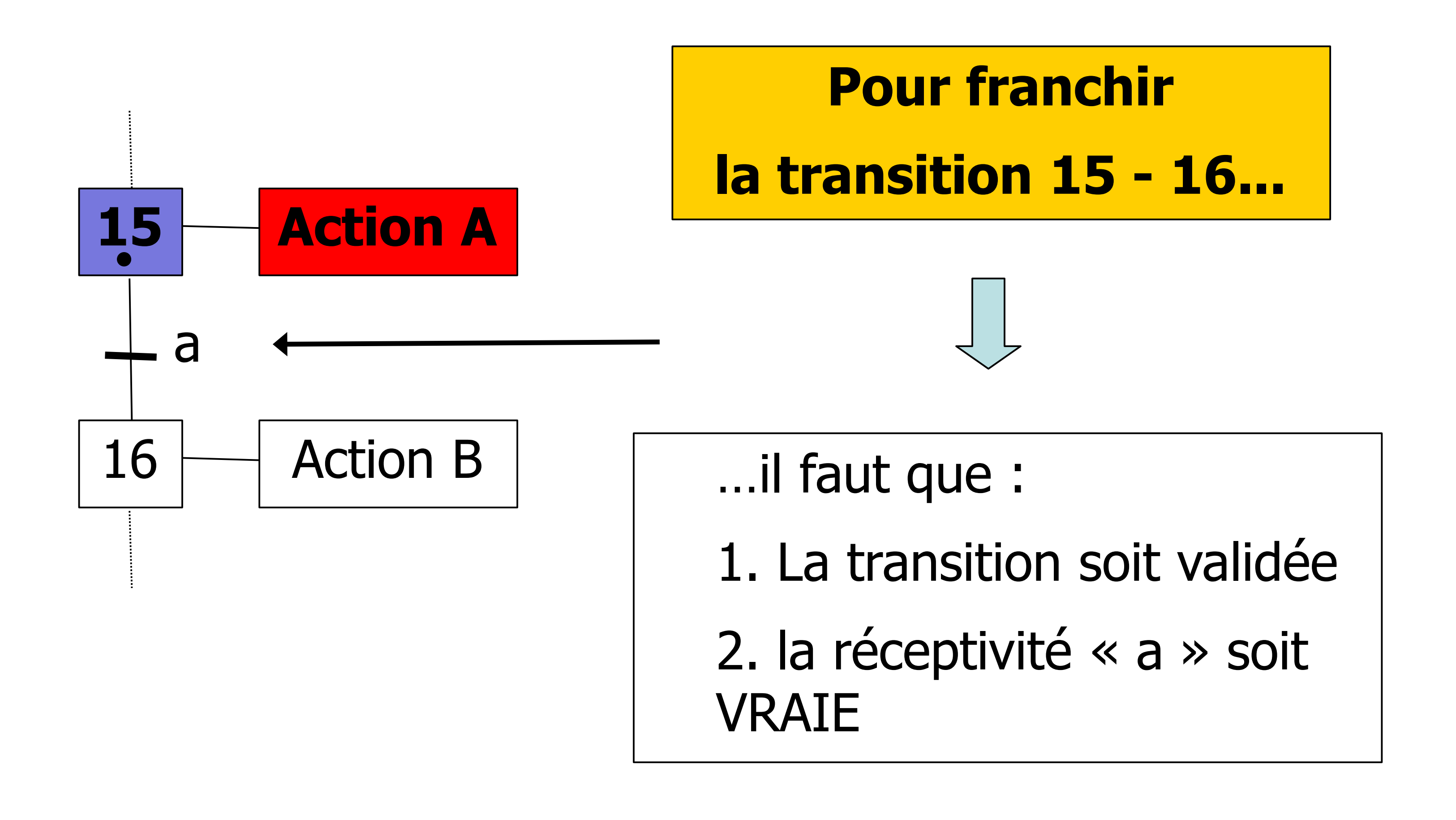
illustration : franchissement d’une transition



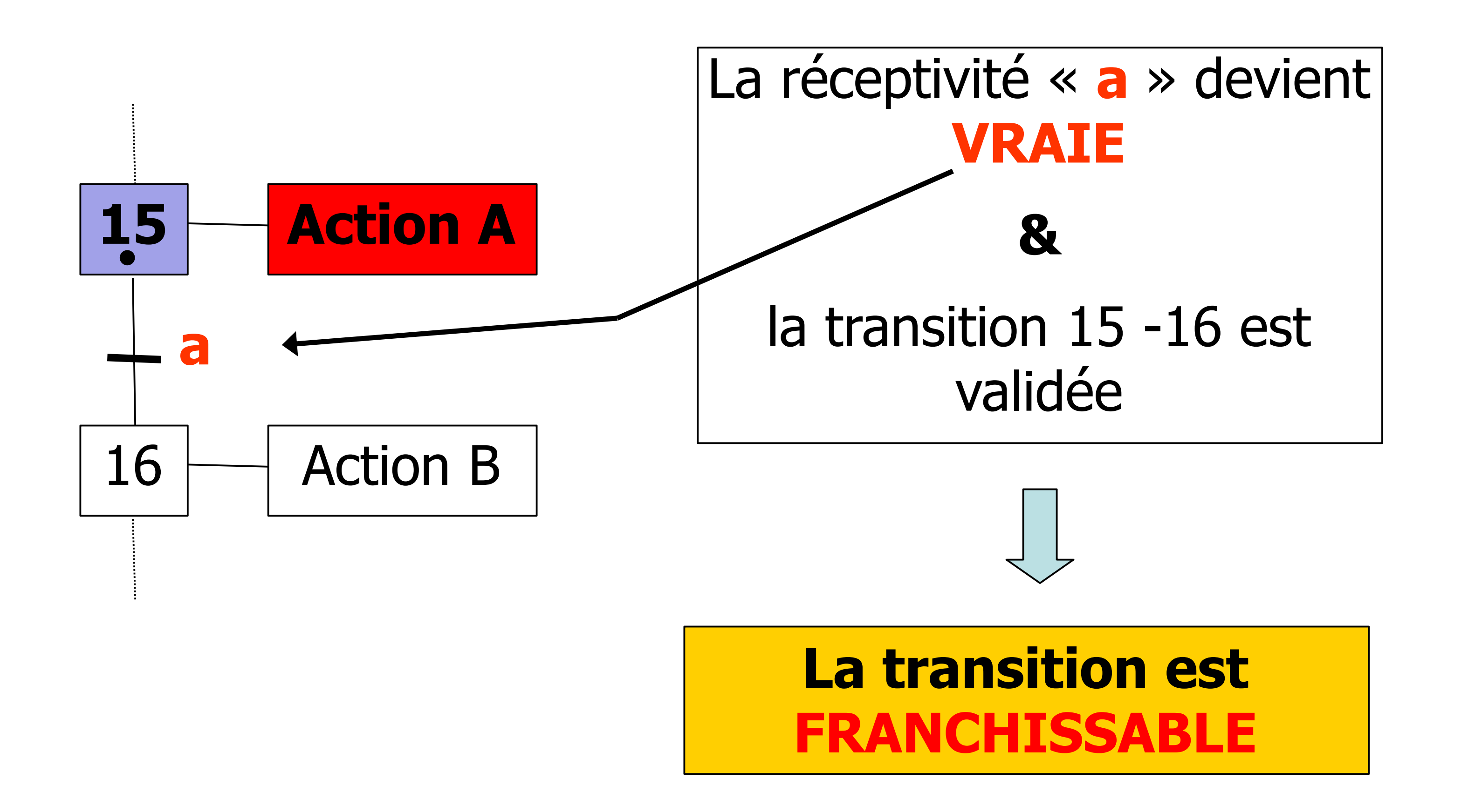
Principe d'évolution



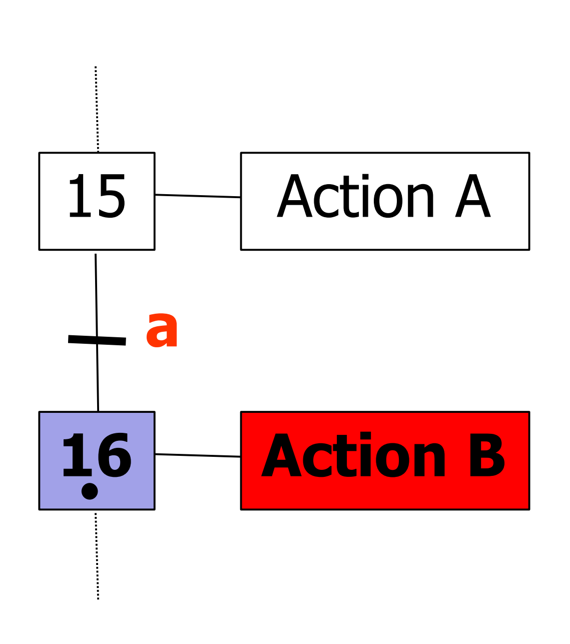
Principe d'évolution



Principe d'évolution



Principe d'évolution



Franchissement de la transition

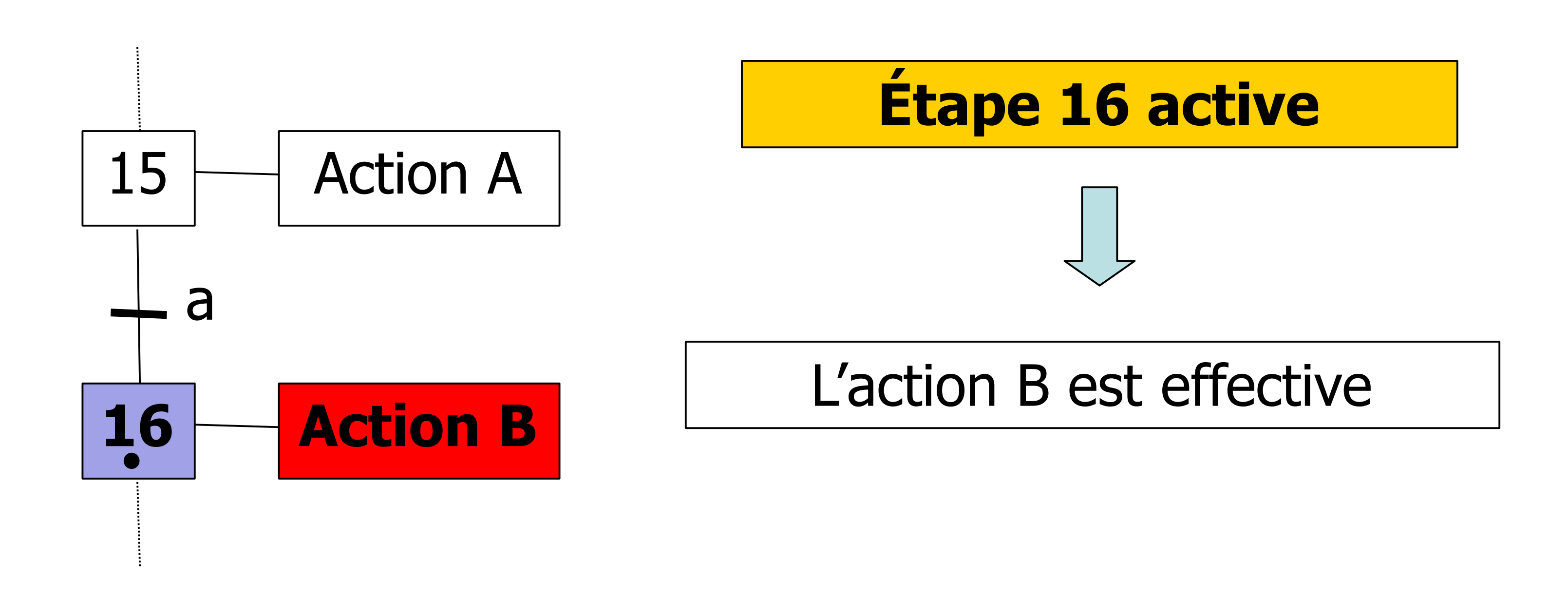
Désactivation de l'étape 15:

L 'action A n'est plus effective

Activation de l'étape 16:

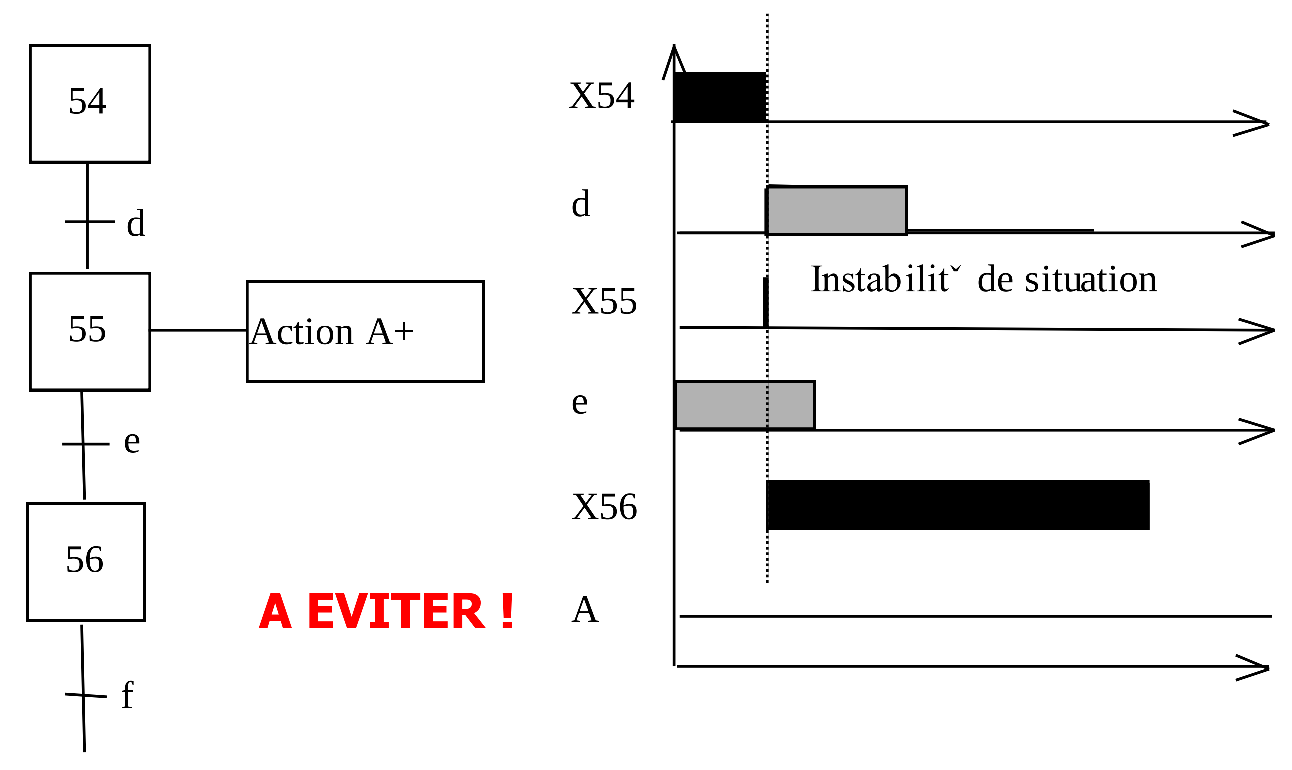
L 'action B devient effective

Principe d'évolution



Remarque : la réceptivité « a », quelle soit VRAIE ou FAUSSE à ce moment n'a plus d'effet sur le déroulement du Grafcet

Principe d'évolution



La réceptivité est égale à 1 et la transition devient validée

La transition est validée et la réceptivité devient égale à 1

Règle N°4 :
transitions simultanées

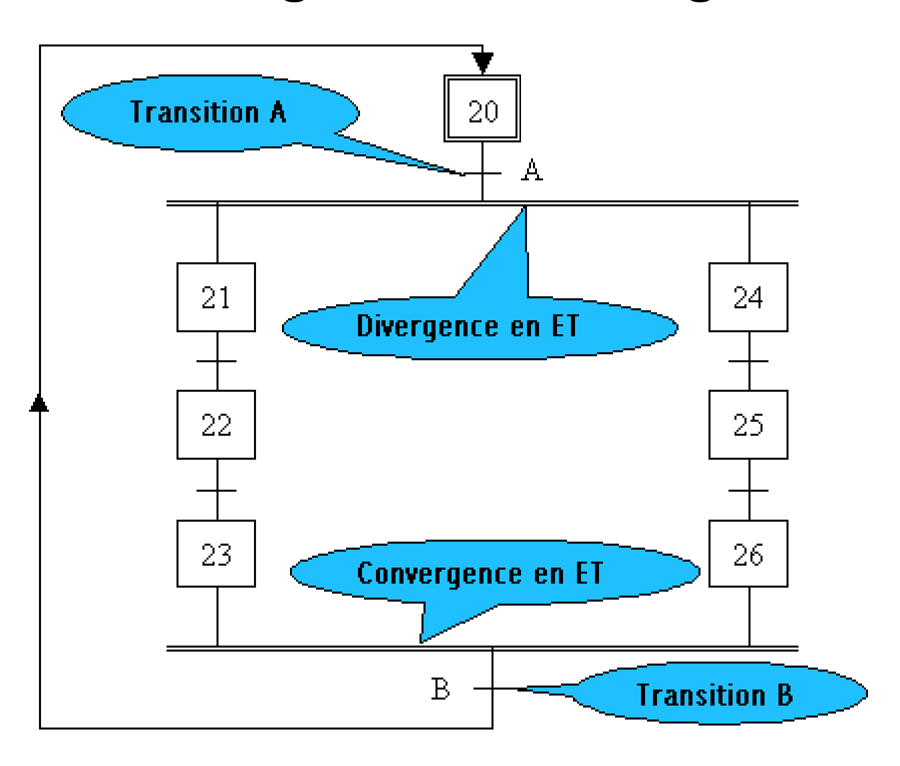
Plusieurs transitions simultanément franchissables sont simultanément franchies.

Règle N°5 : activation et désactivation simultanées

Une étape à la fois activée et désactivée reste active.

STRUCTURES DE BASE

Divergence et convergence en ET (séquences simultanées)



Divergence en ET : lorsque la transition A est franchie, les étapes 21 et 24 sont actives.

Convergence en ET : la transition B sera validée lorsque les étapes 23 et 26 seront actives. Si la réceptivité associée à cette transition est vraie, alors celle-ci est franchie.

REMARQUES :

Après une divergence en ET, on trouve une convergence en ET.

Le nombre de branches parallèles peut-être supérieur à 2.

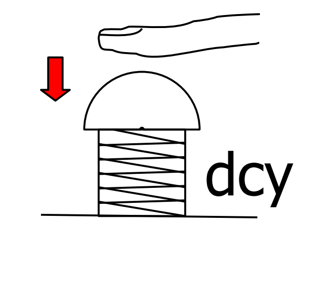
La réceptivité associée à la convergence peut-être de la forme = 1. Dans ce cas la transition est franchie dès qu'elle est active.

Exemple avec branchement ET (fonctionnement parallèle)

Exemple avec branchement ET (fonctionnement parallèle)

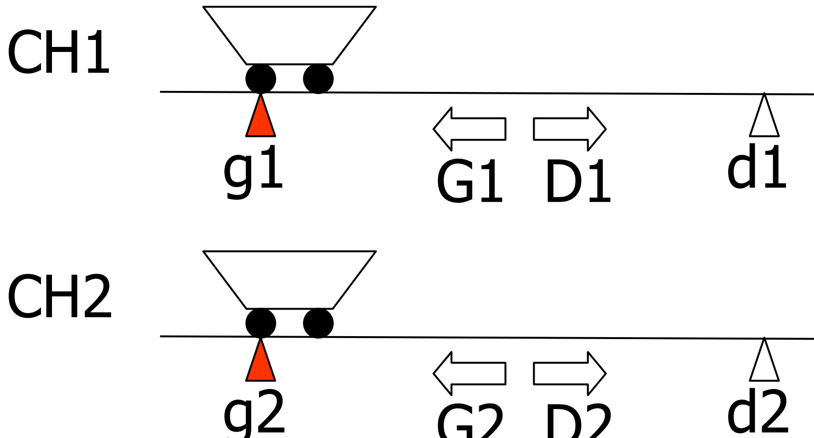
Cahier des charges :

après appui sur départ cycle « dcy », les chariots partent pour un aller-retour. Un nouveau départ cycle ne peut se faire que si les deux chariots sont à gauche.





g : capteur « position gauche »
d : capteur « position droite »
G : action « aller à gauche »
D : action « aller à droite »



CH1, CH2 : chariot 1, 2

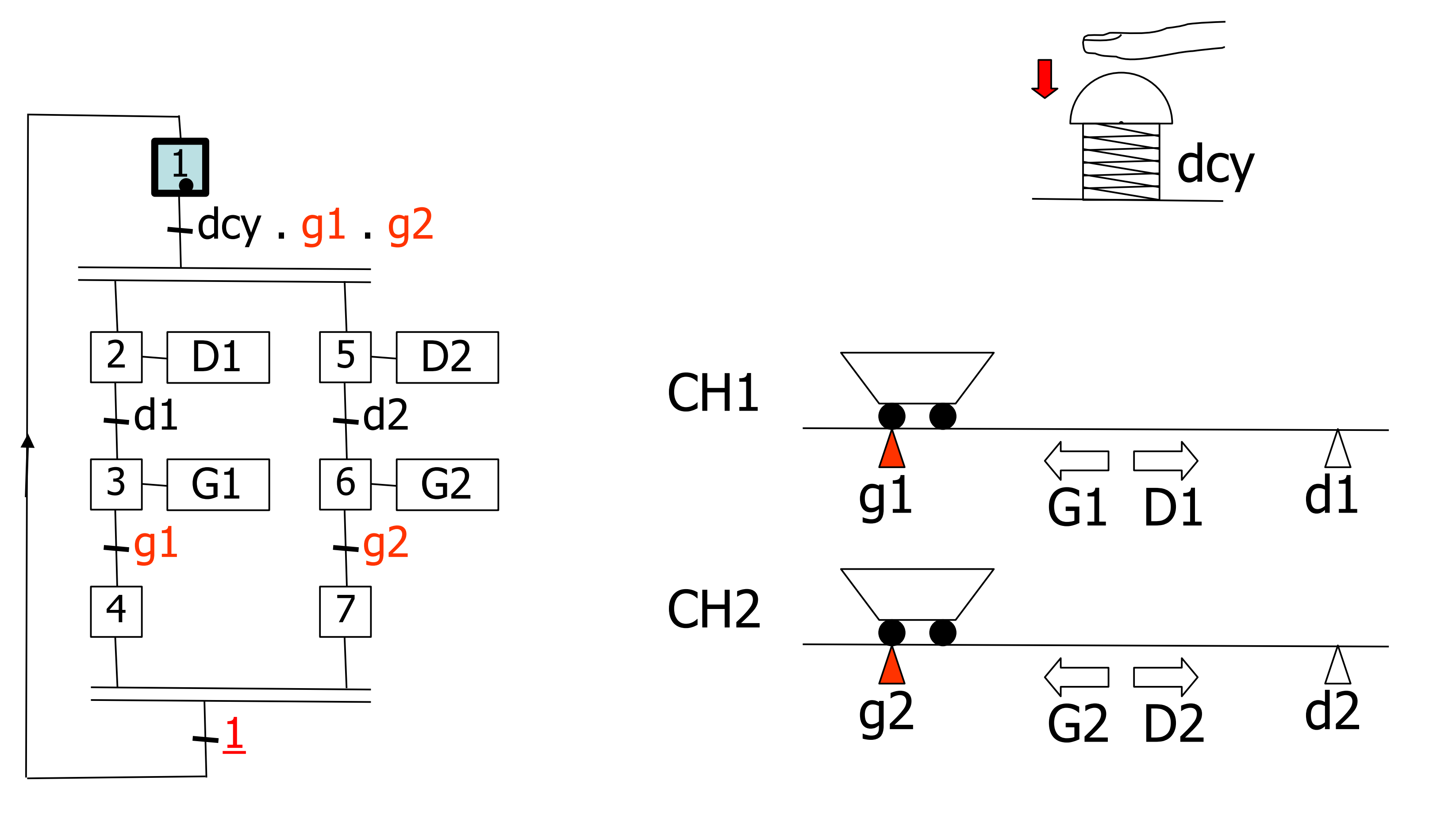
g : capteur « position gauche »

d : capteur « position droite »

G : action « aller à gauche »

D : action « aller à droite »

Solution 1



CH1, CH2 : chariot 1, 2

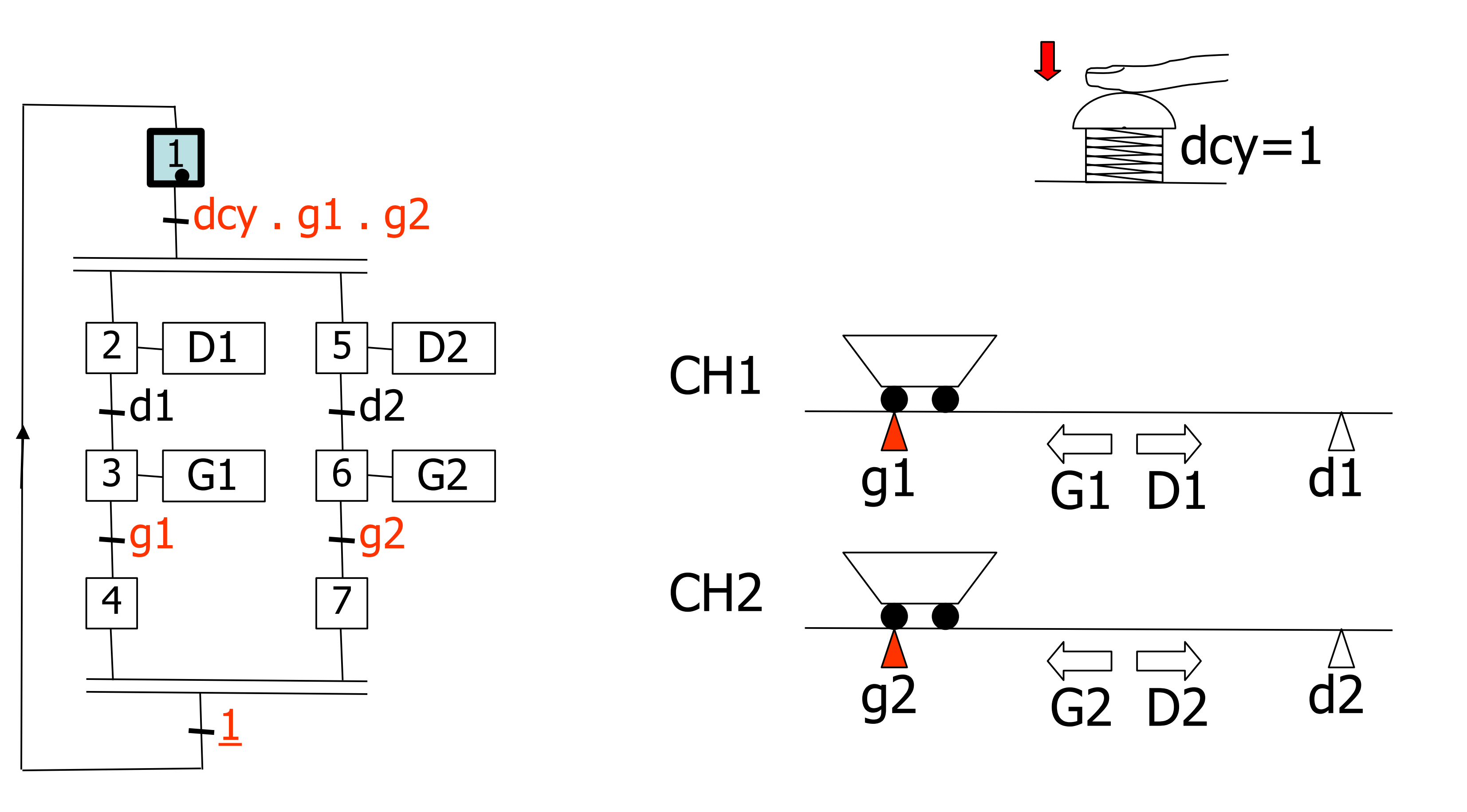
g : capteur « position gauche »

d : capteur « position droite »

G : action « aller à gauche »

D : action « aller à droite »

Solution 1



CH1, CH2 : chariot 1, 2

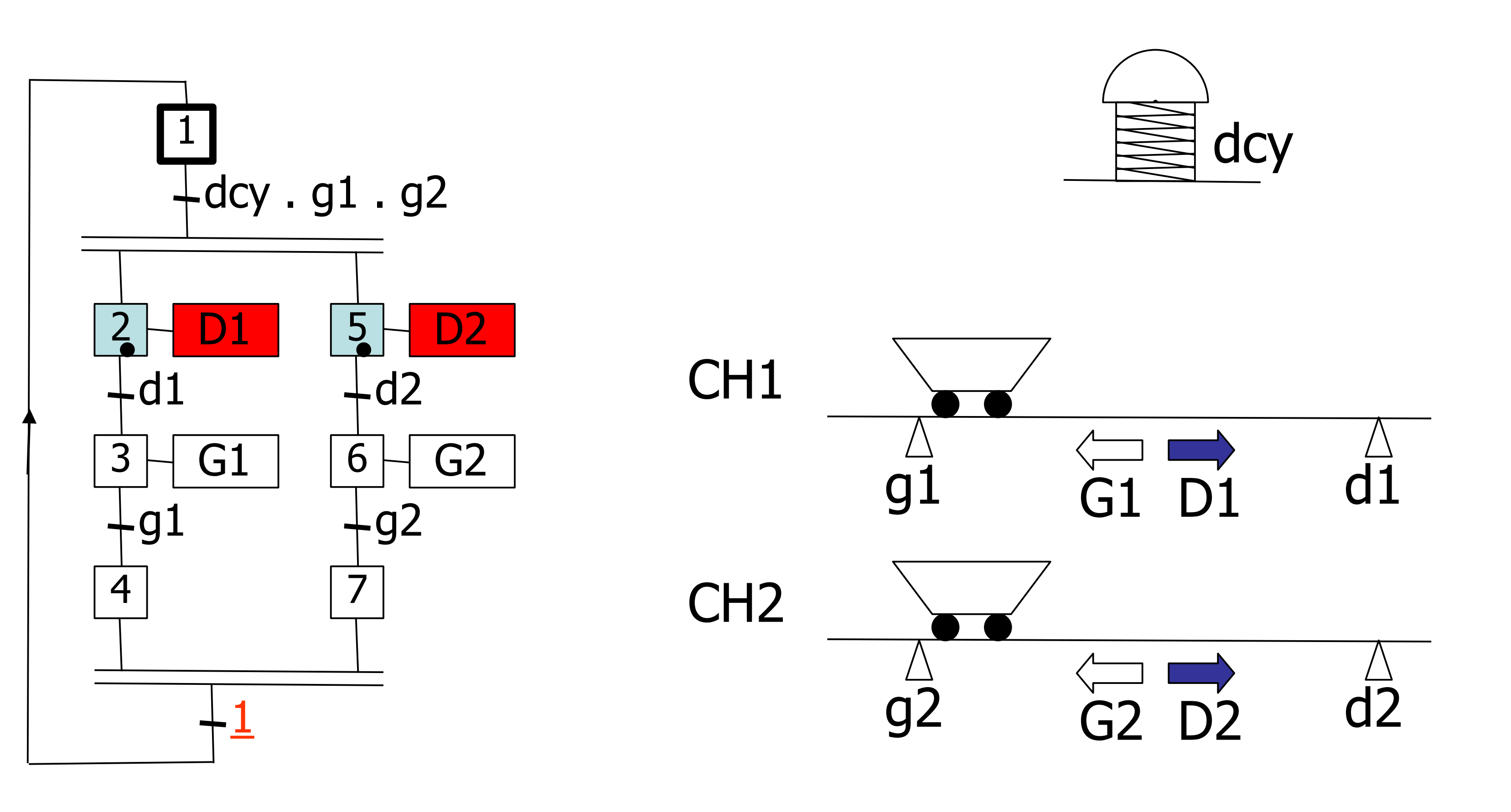
g : capteur « position gauche »

d : capteur « position droite »

G : action « aller à gauche »

D : action « aller à droite »

Solution 1



CH1, CH2 : chariot 1, 2

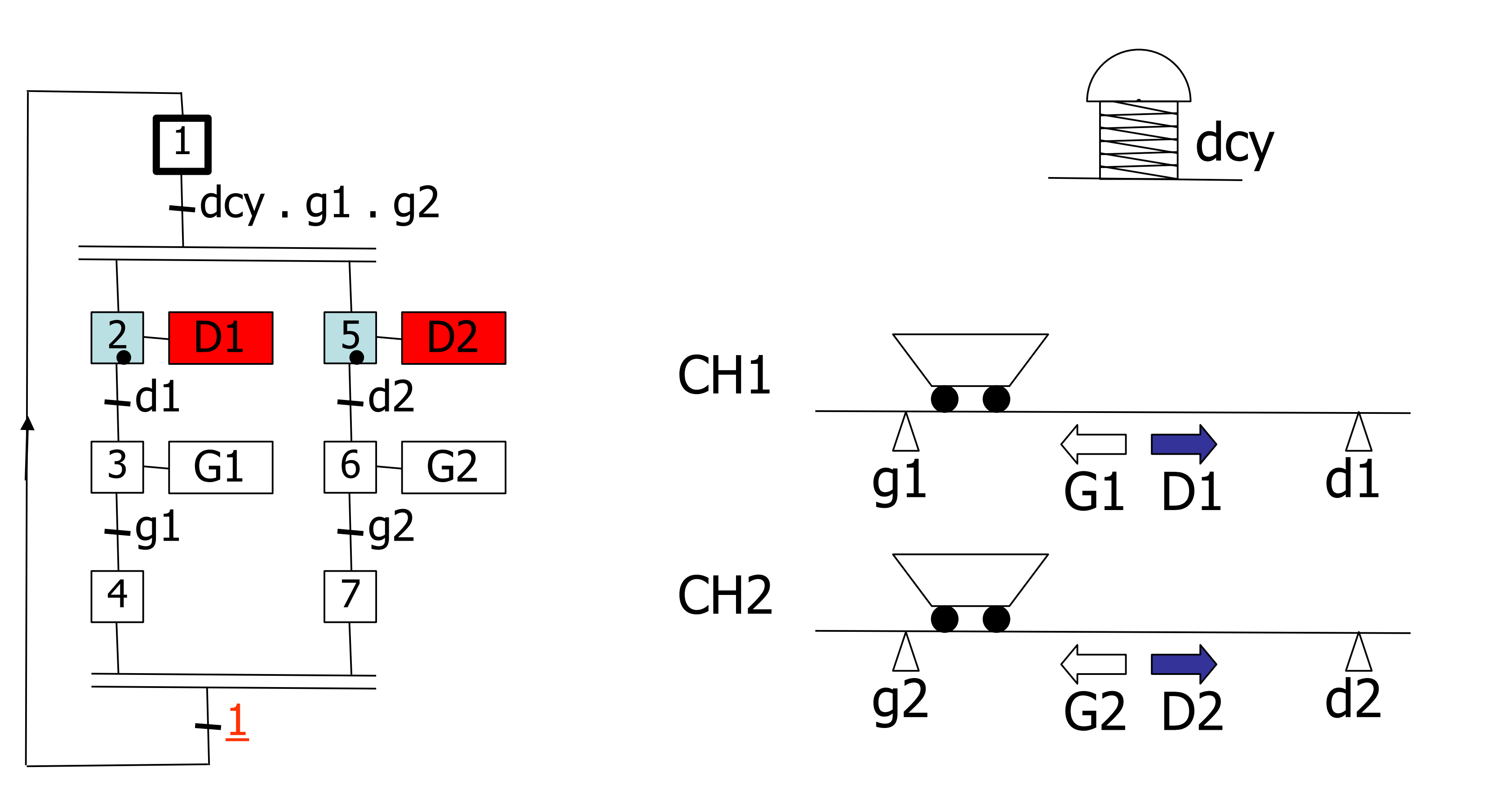
g : capteur « position gauche »

d : capteur « position droite »

G : action « aller à gauche »

D : action « aller à droite »

Solution 1



CH1, CH2 : chariot 1, 2

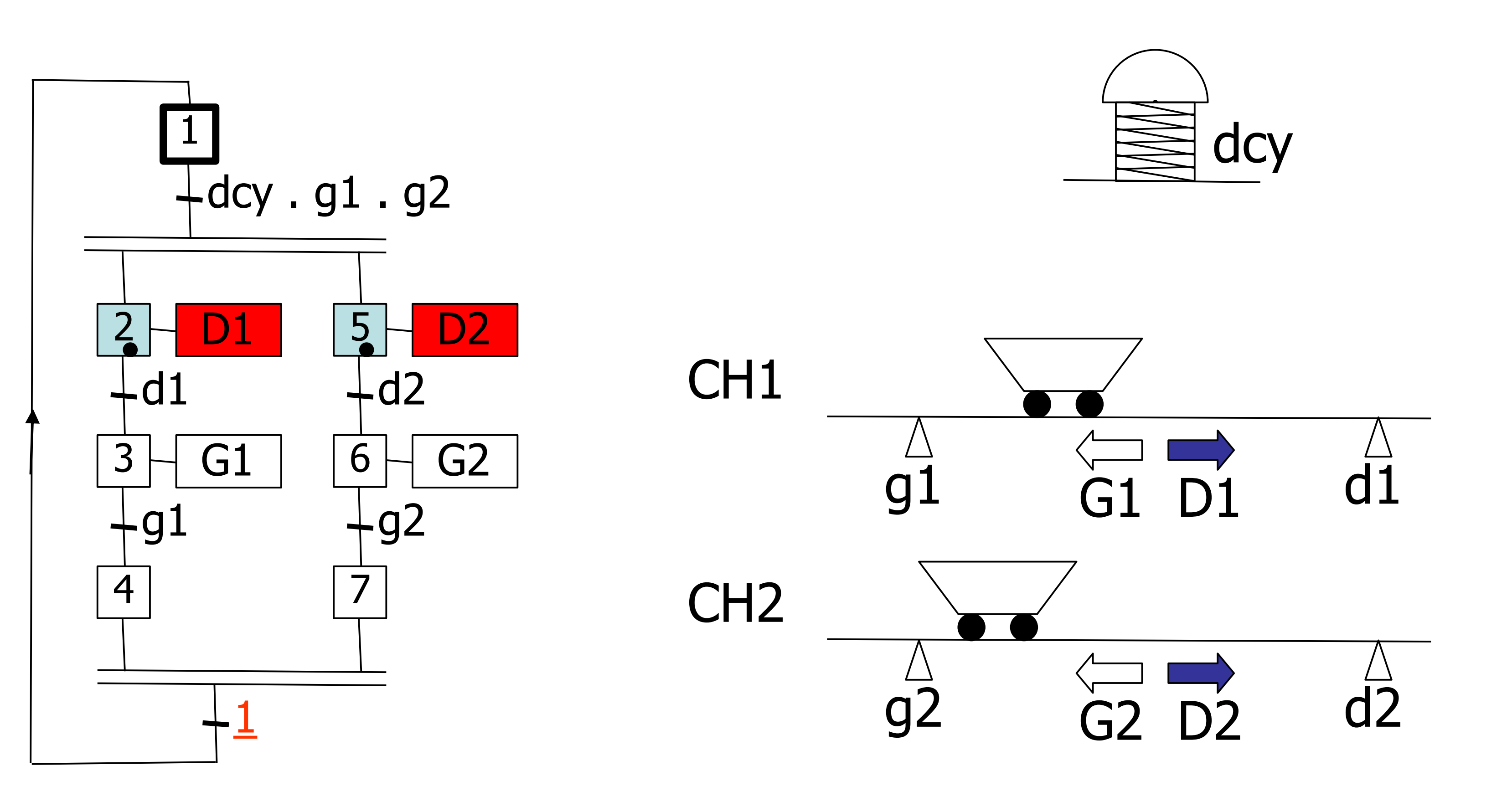
g : capteur « position gauche »

d : capteur « position droite »

G : action « aller à gauche »

D : action « aller à droite »

Solution 1



CH1, CH2 : chariot 1, 2

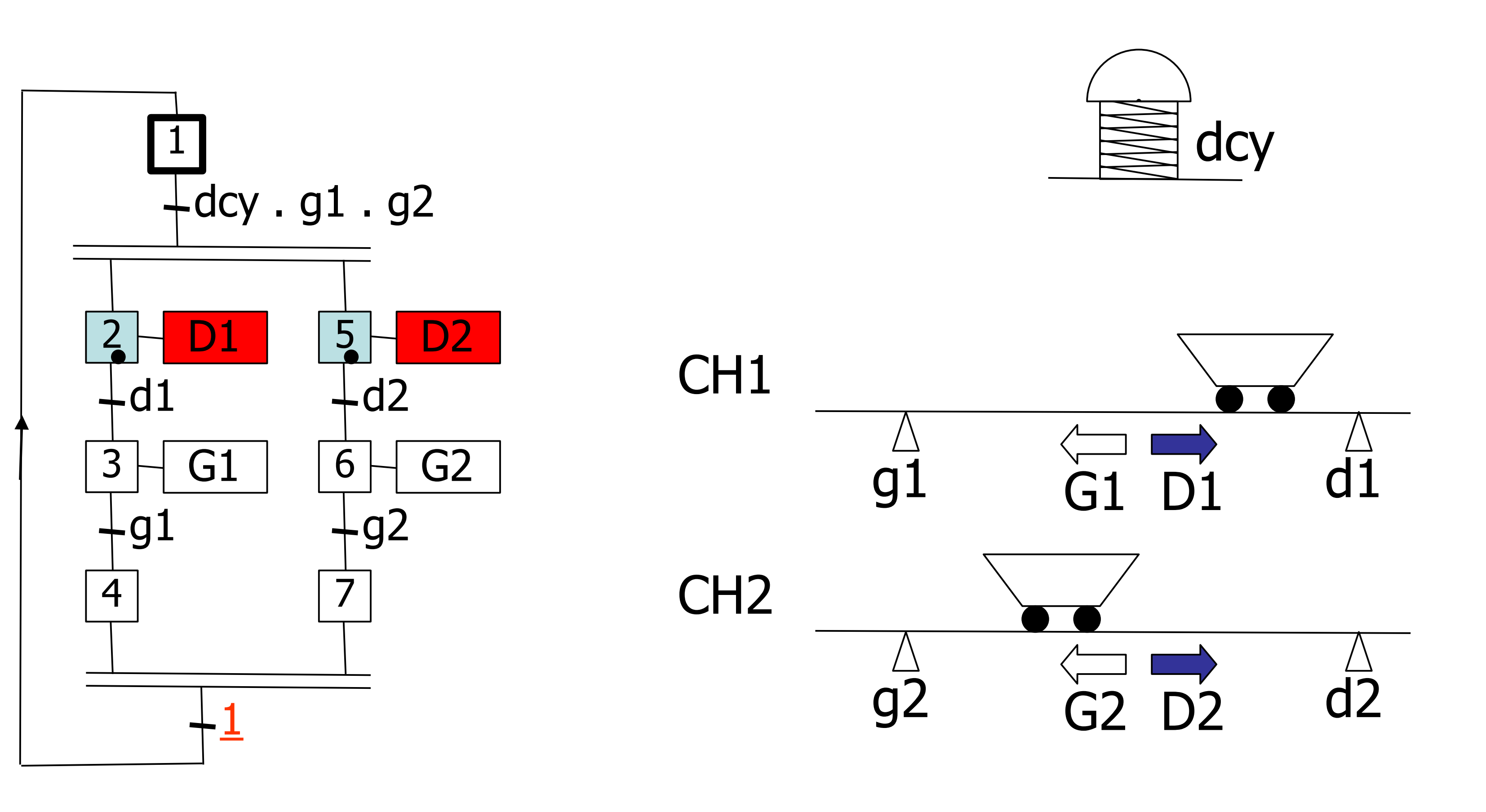
g : capteur « position gauche »

d : capteur « position droite »

G : action « aller à gauche »

D : action « aller à droite »

Solution 1



CH1, CH2 : chariot 1, 2

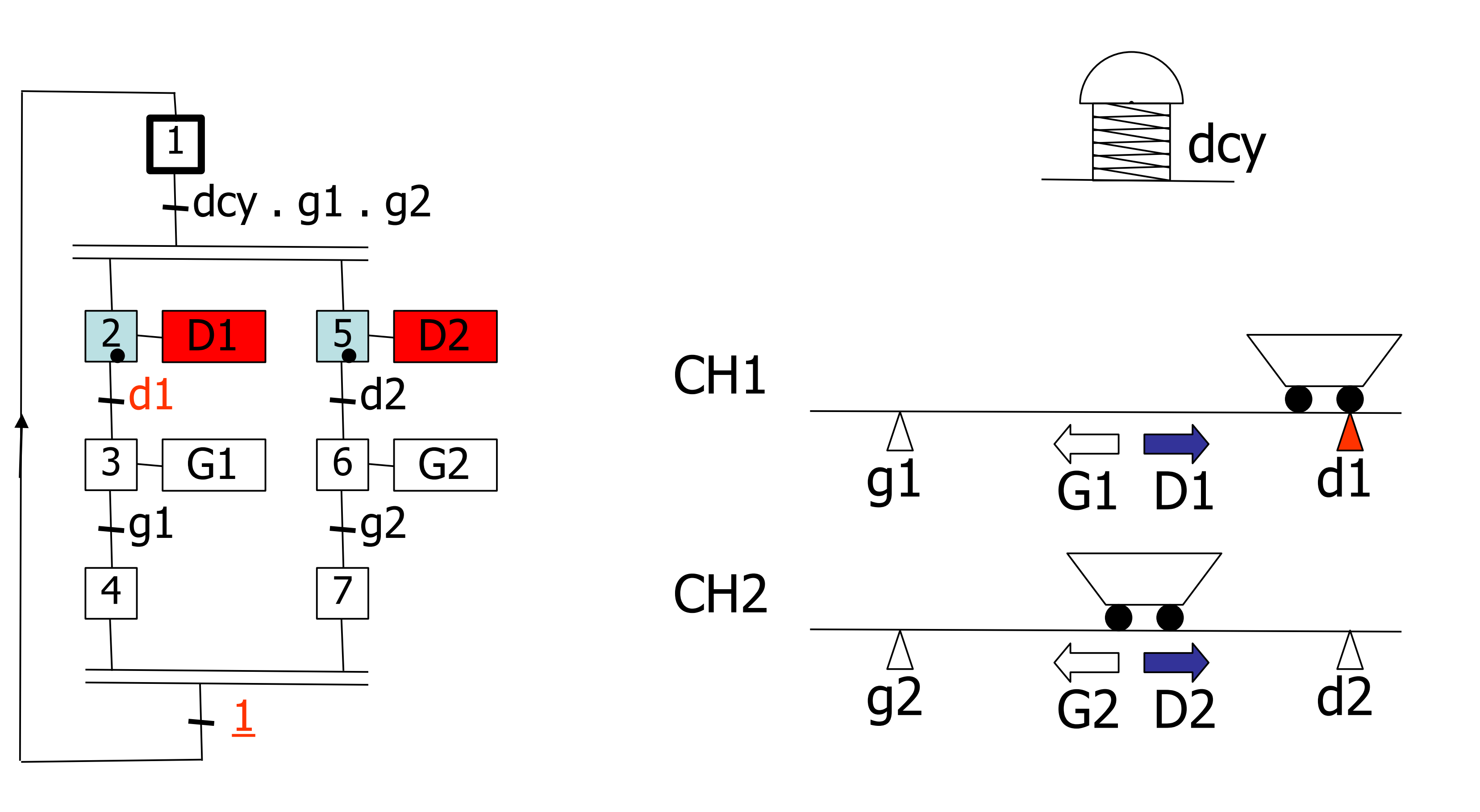
g : capteur « position gauche »

d : capteur « position droite »

G : action « aller à gauche »

D : action « aller à droite »

Solution 1



CH1, CH2 : chariot 1, 2

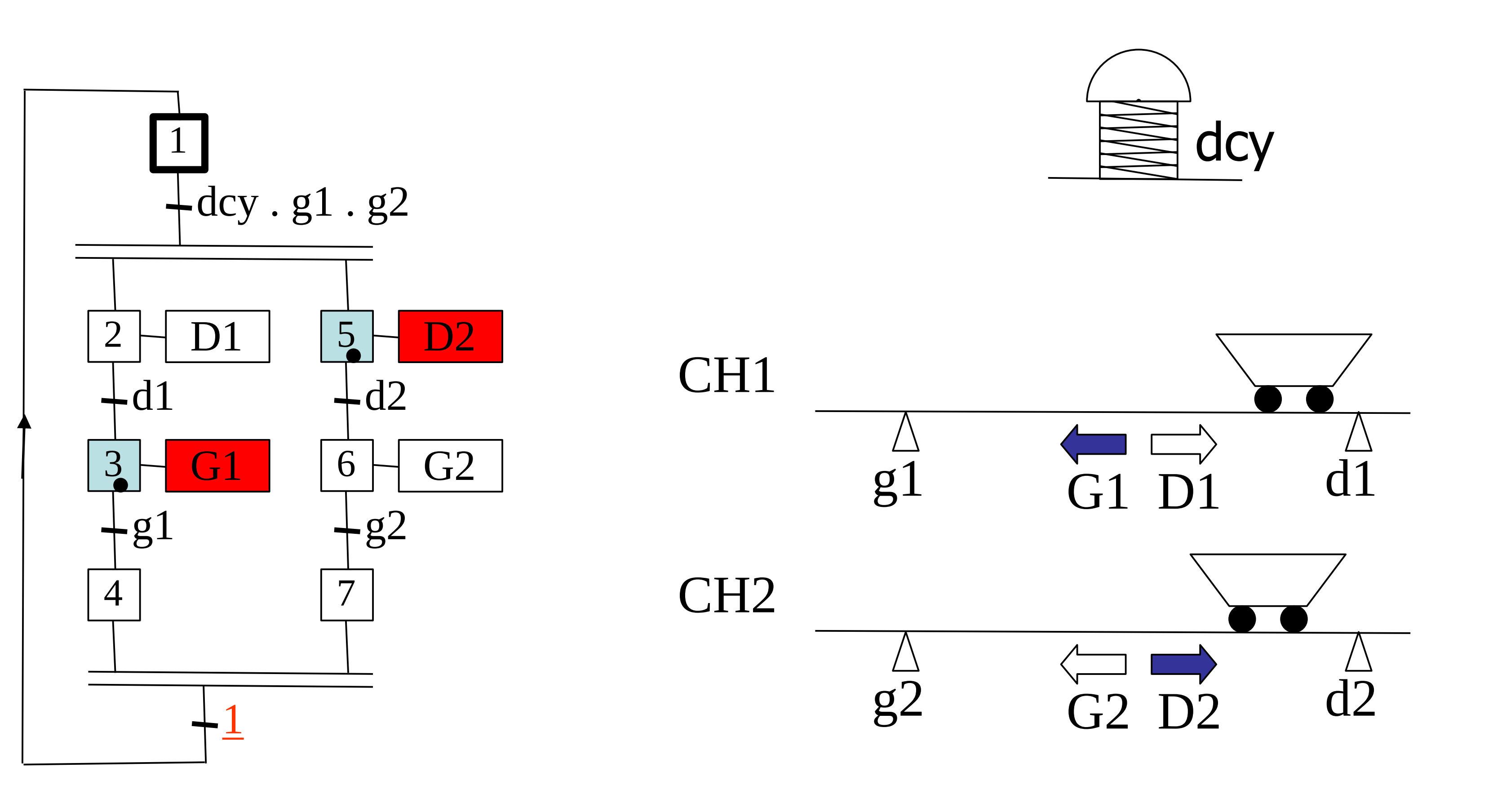
g : capteur « position gauche »

d : capteur « position droite »

G : action « aller à gauche »

D : action « aller à droite »

Solution 1



CH1, CH2 : chariot 1, 2

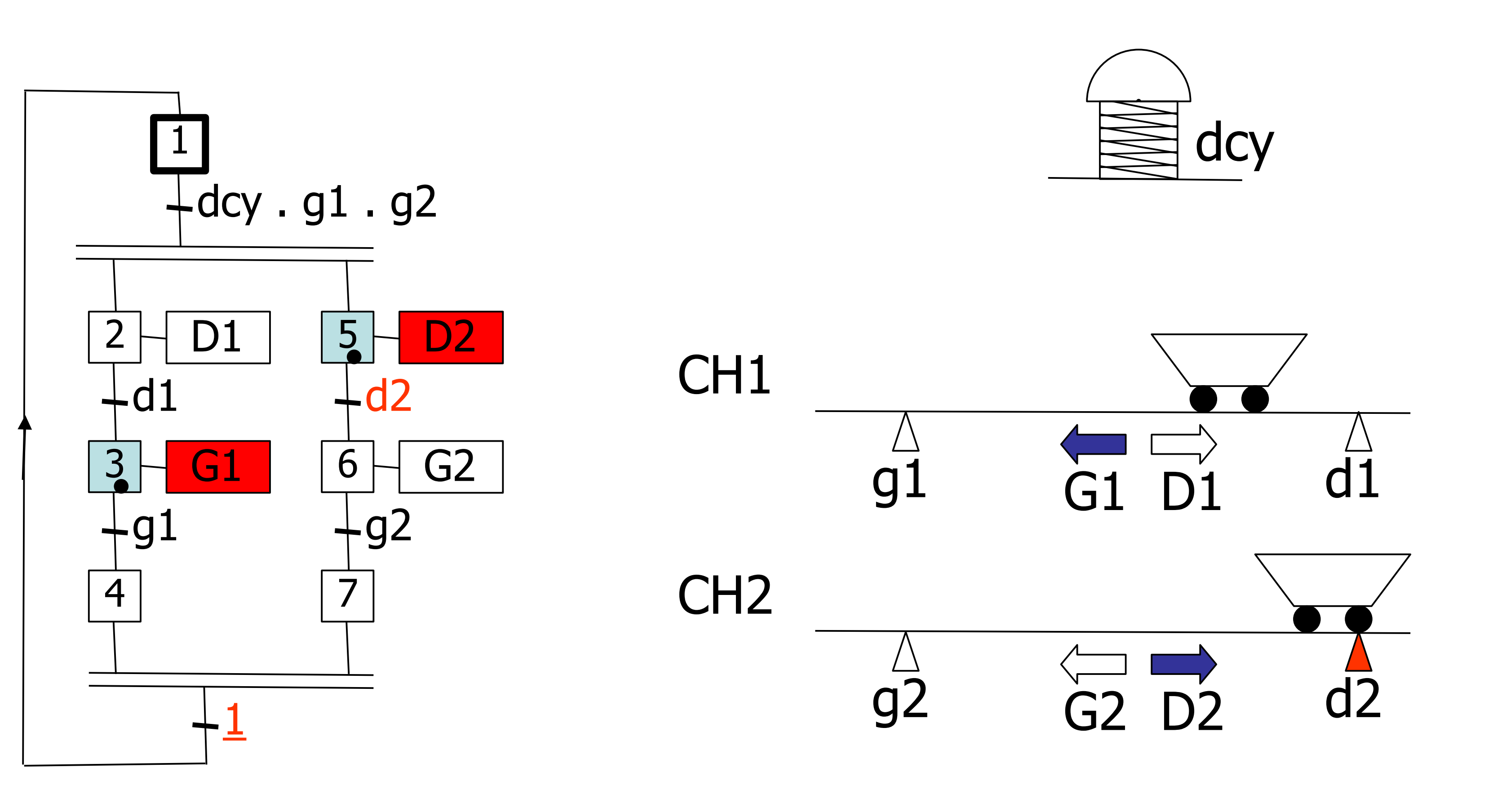
g : capteur « position gauche »

d : capteur « position droite »

G : action « aller à gauche »

D : action « aller à droite »

Solution 1



CH1, CH2 : chariot 1, 2

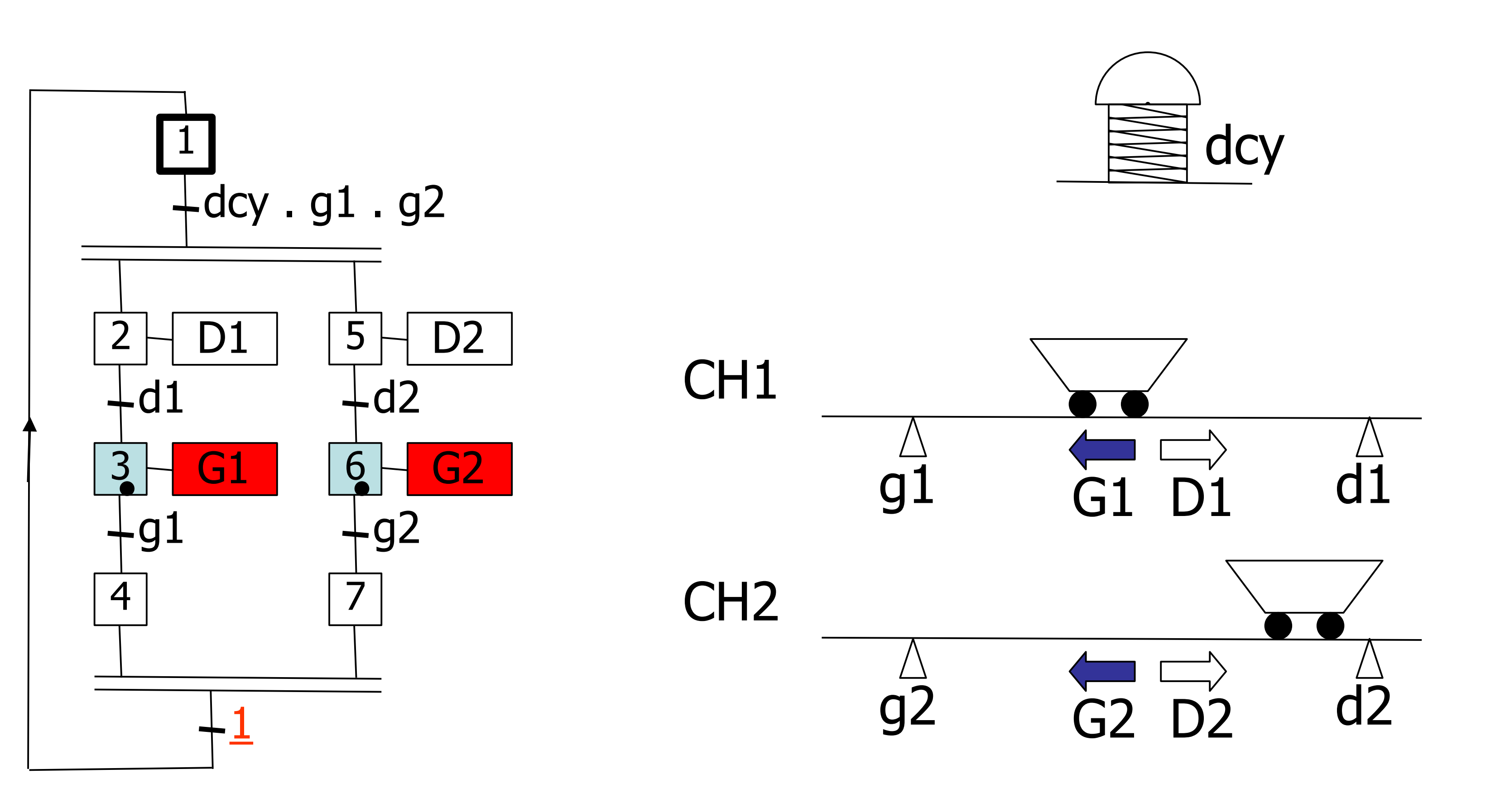
g : capteur « position gauche »

d : capteur « position droite »

G : action « aller à gauche »

D : action « aller à droite »

Solution 1



CH1, CH2 : chariot 1, 2

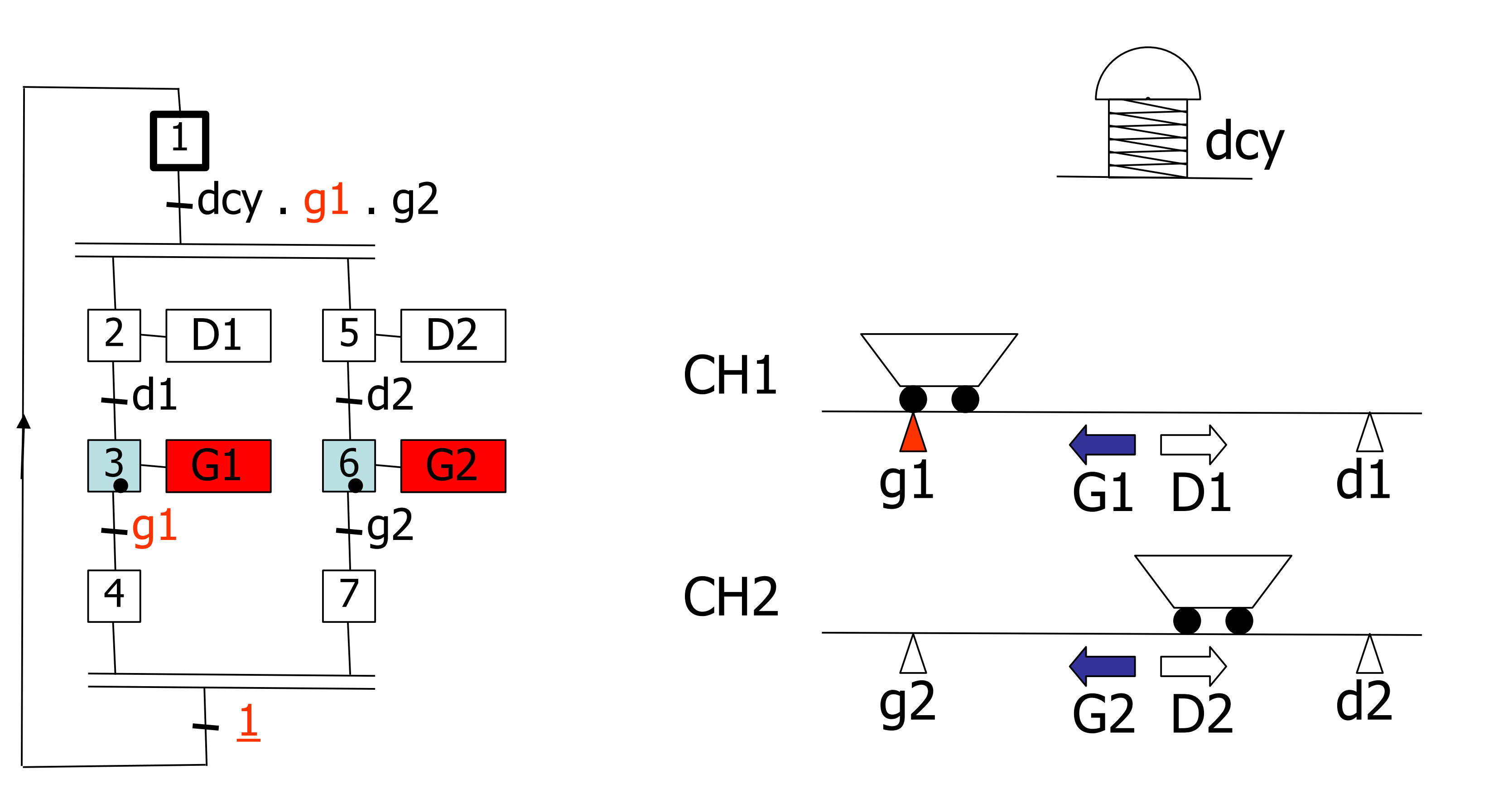
g : capteur « position gauche »

d : capteur « position droite »

G : action « aller à gauche »

D : action « aller à droite »

Solution 1



CH1, CH2 : chariot 1, 2

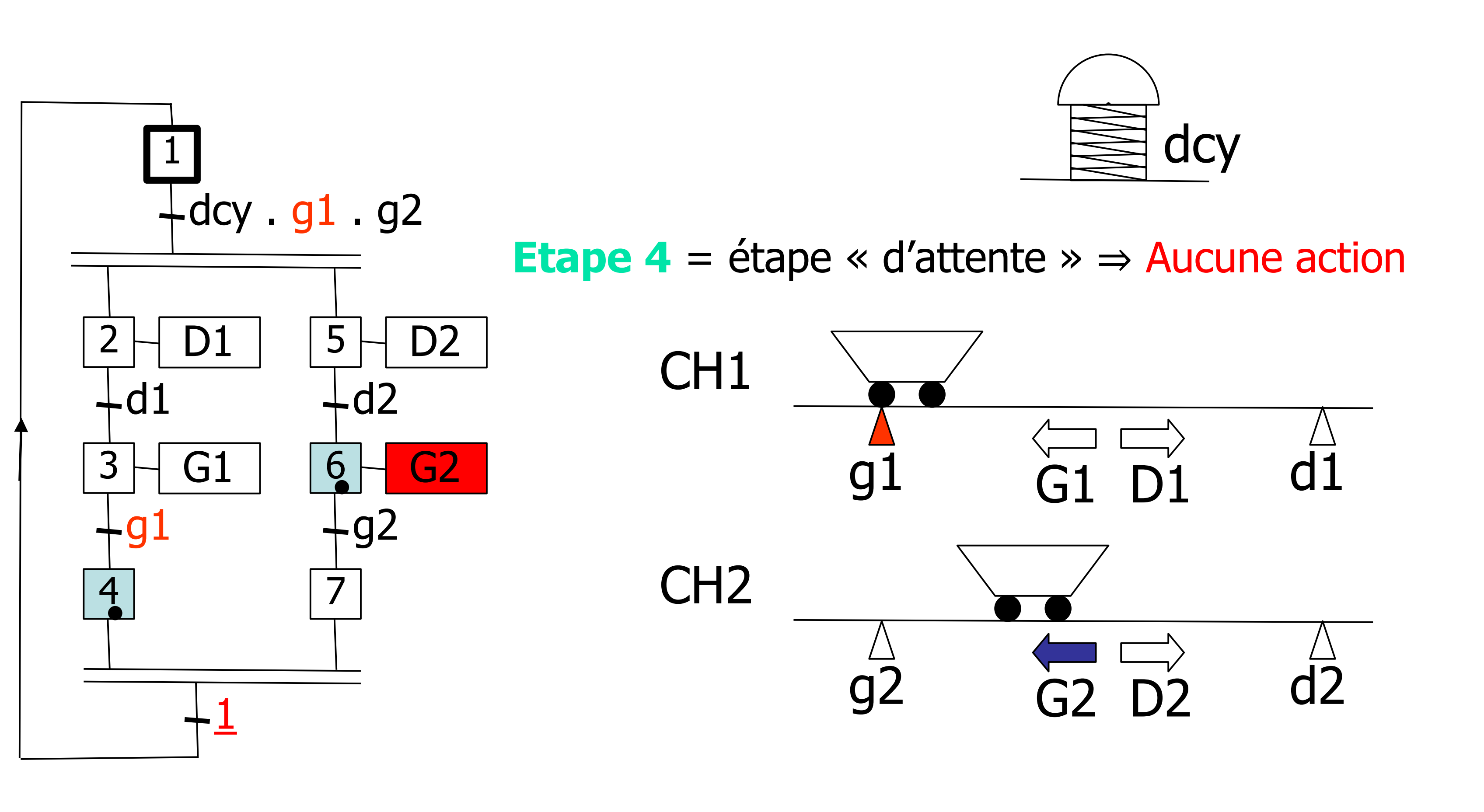
g : capteur « position gauche »

d : capteur « position droite »

G : action « aller à gauche »

D : action « aller à droite »

Solution 1



Etape 4 = étape « d'attente » ⇒ Aucune action

CH1, CH2 : chariot 1, 2

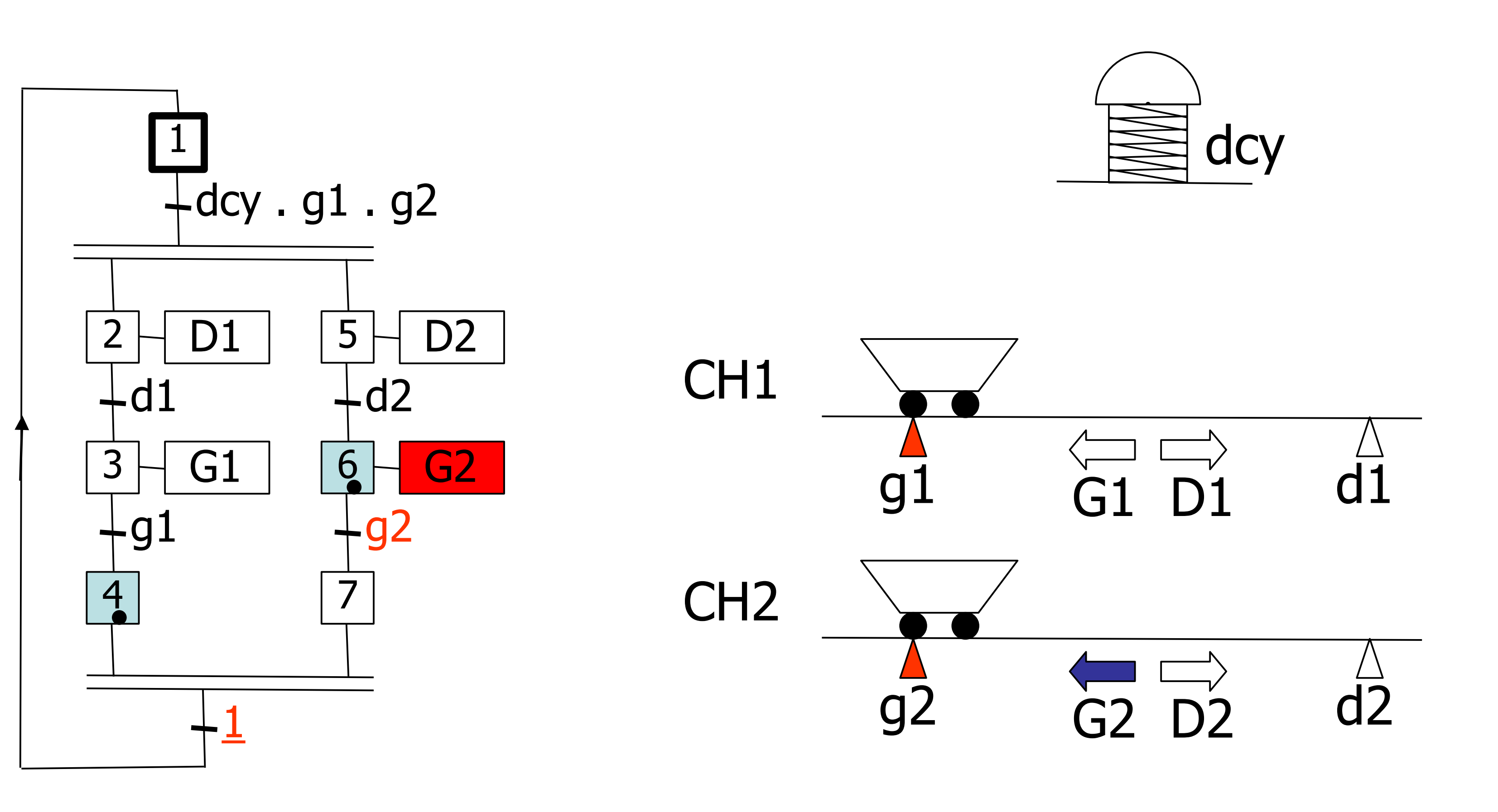
g : capteur « position gauche »

d : capteur « position droite »

G : action « aller à gauche »

D : action « aller à droite »

Solution 1



CH1, CH2 : chariot 1, 2

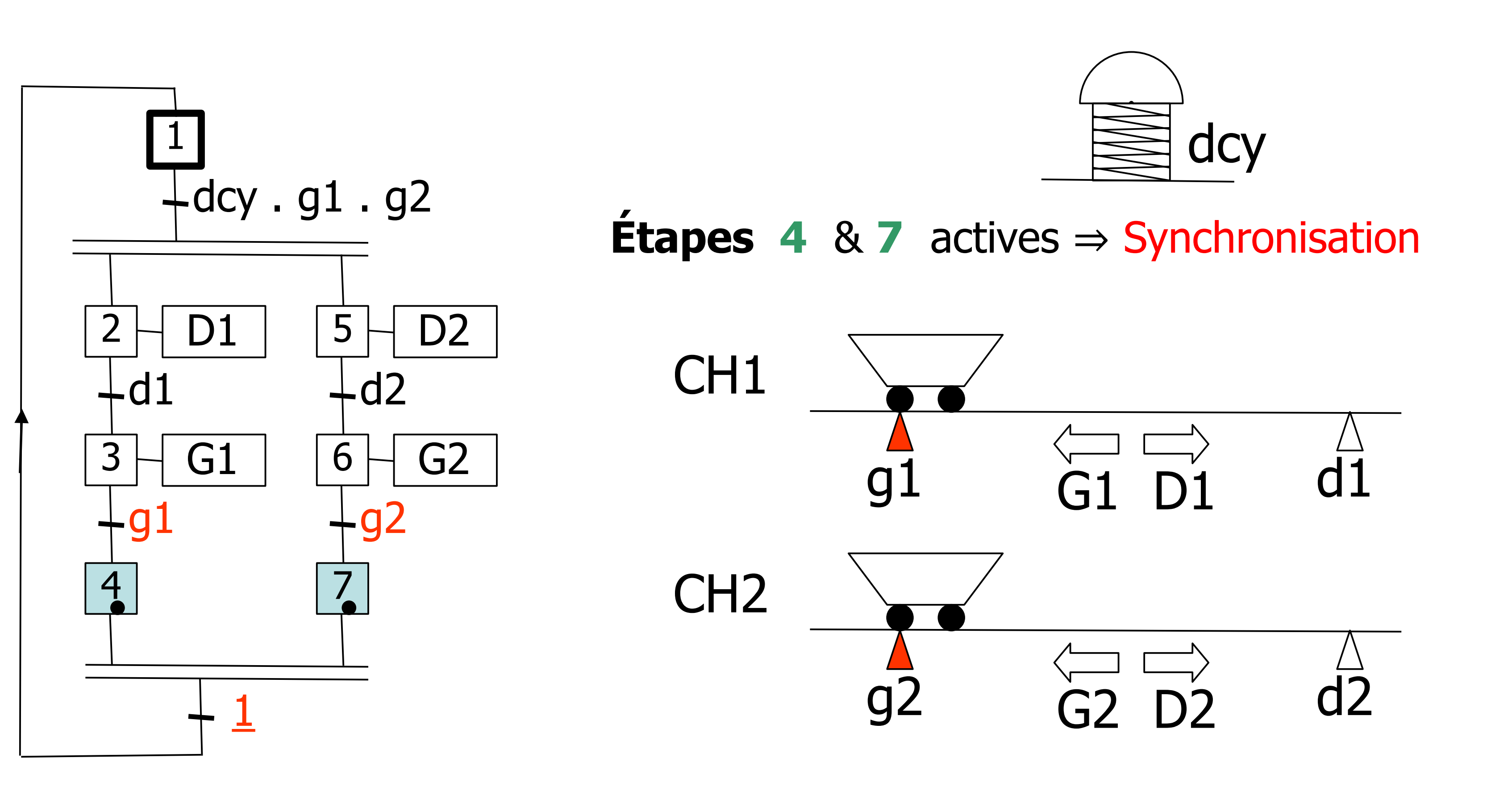
g : capteur « position gauche »

d : capteur « position droite »

G : action « aller à gauche »

D : action « aller à droite »

Solution 1



CH1, CH2 : chariot 1, 2

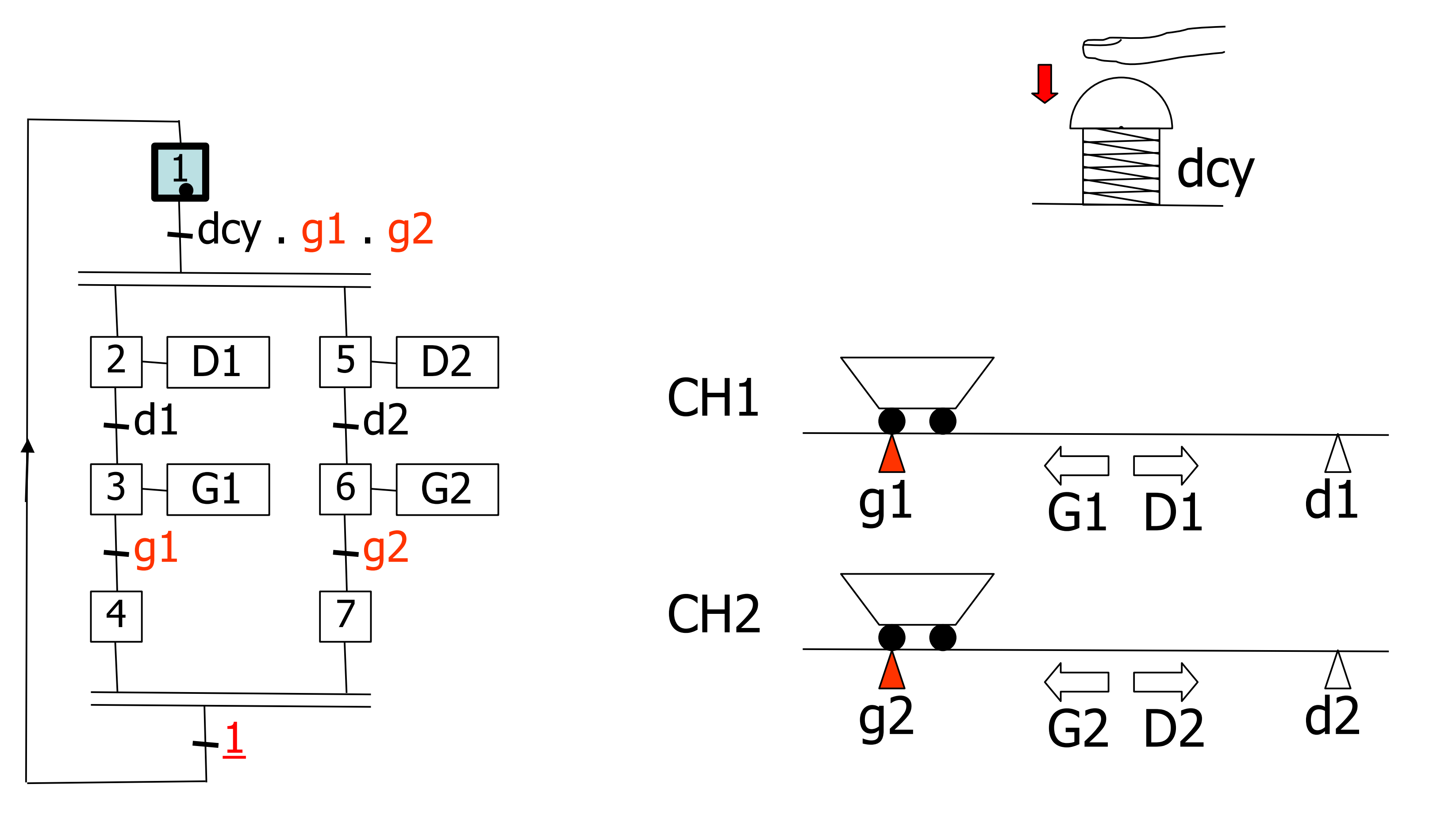
g : capteur « position gauche »

d : capteur « position droite »

G : action « aller à gauche »

D : action « aller à droite »

Solution 1



Autre solution

CH1, CH2 : chariot 1, 2

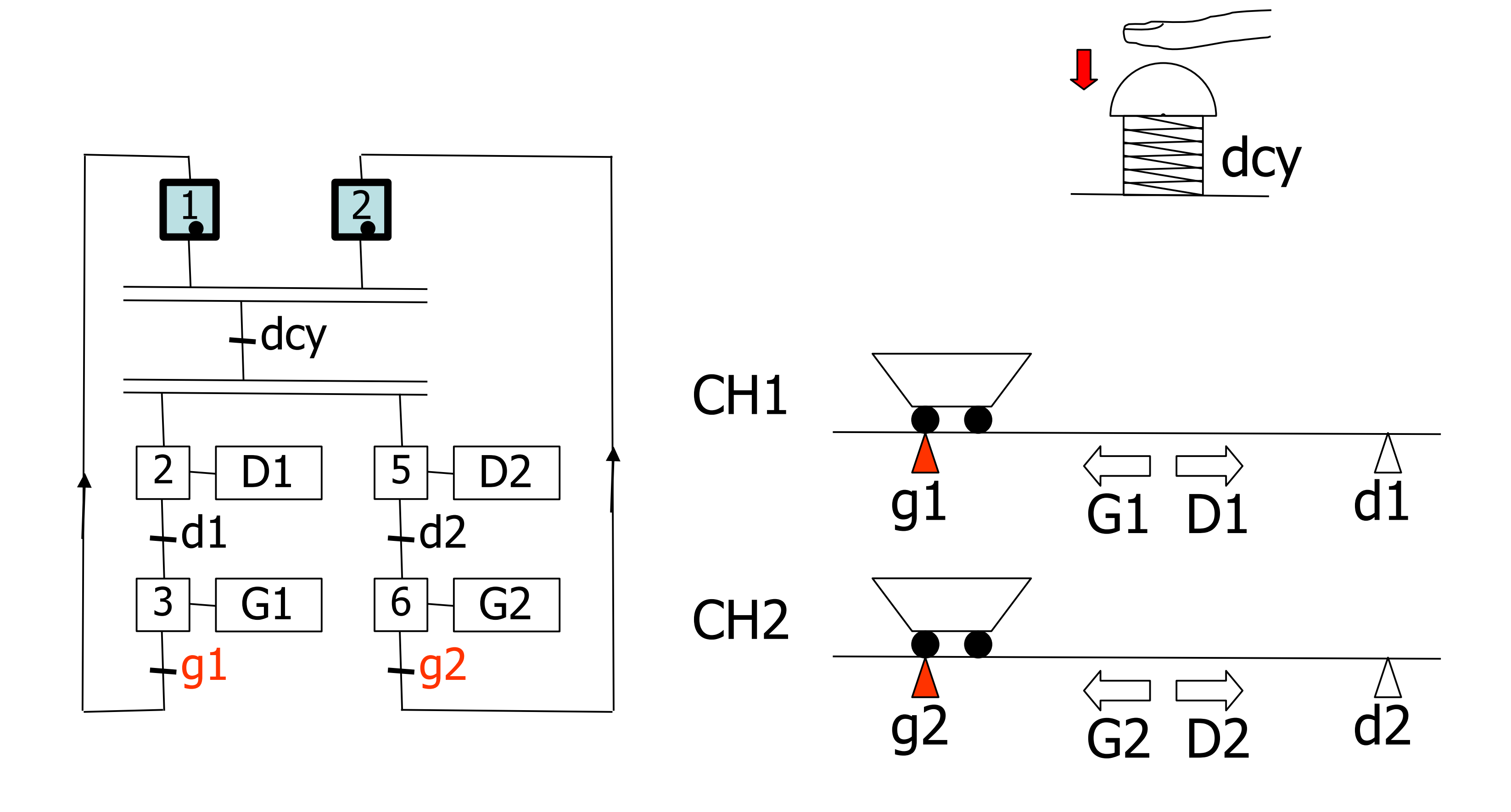
g : capteur « position gauche »

d : capteur « position droite »

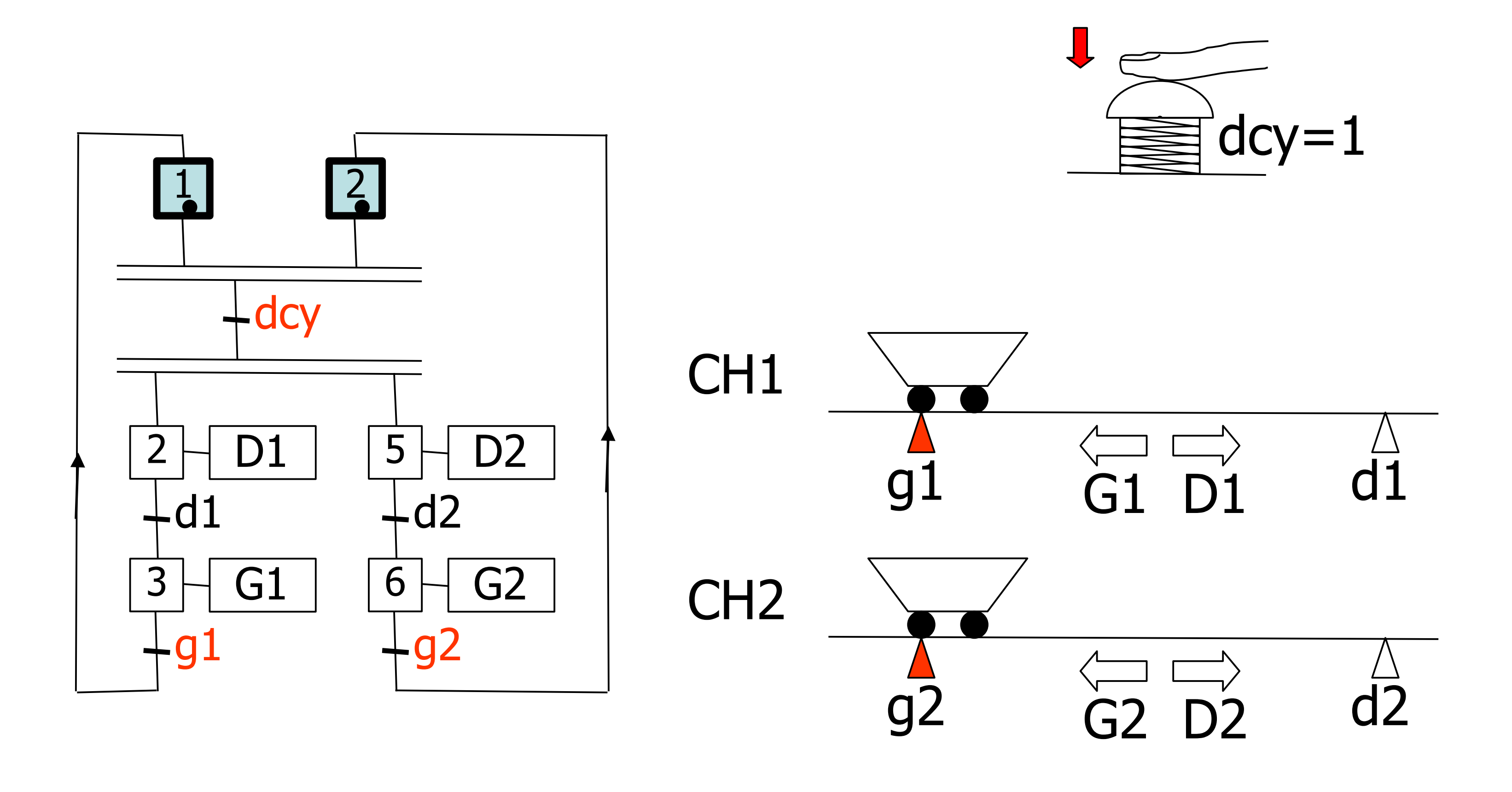
G : action « aller à gauche »

D : action « aller à droite »

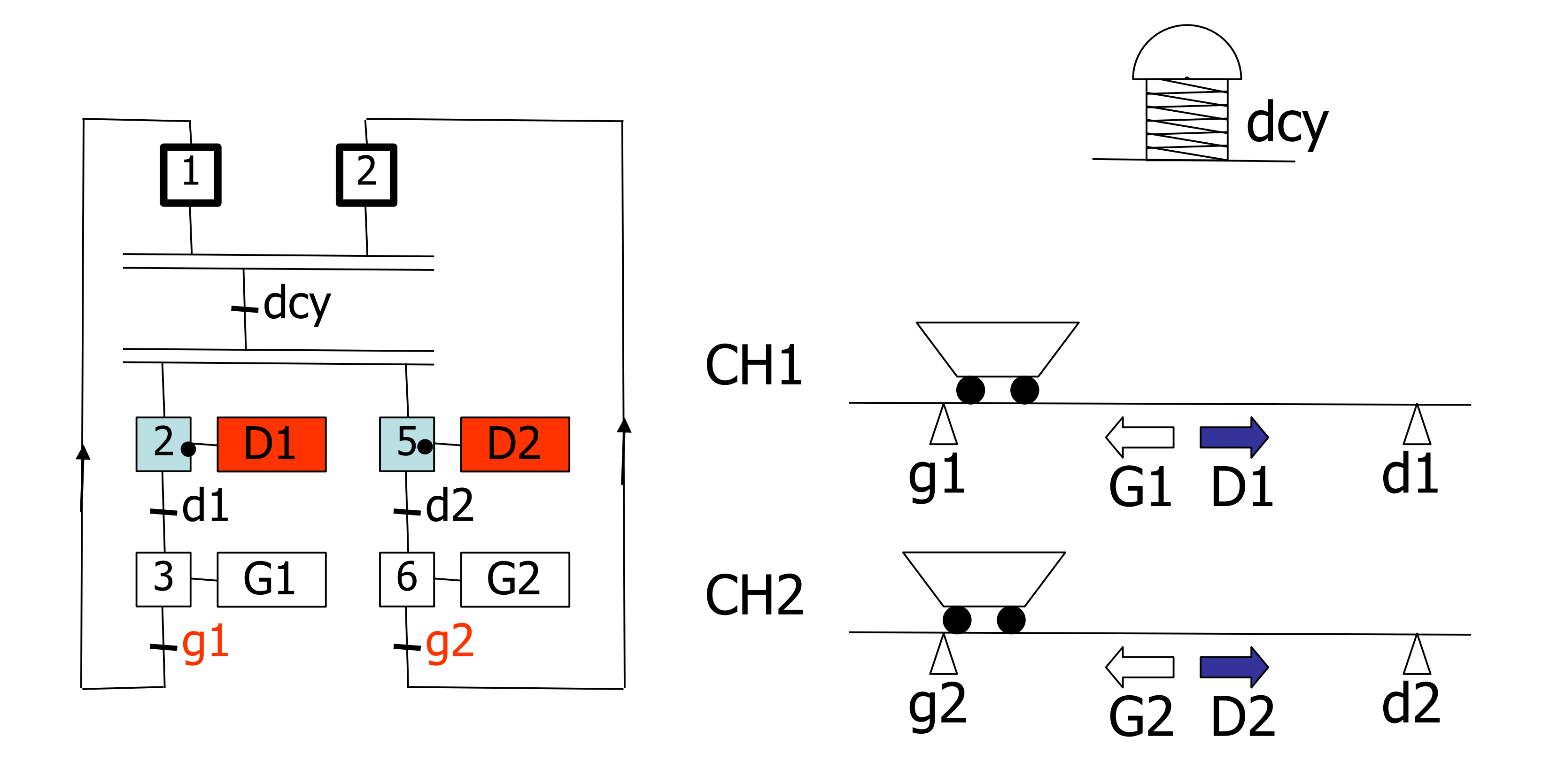
Solution 2



Solution 2

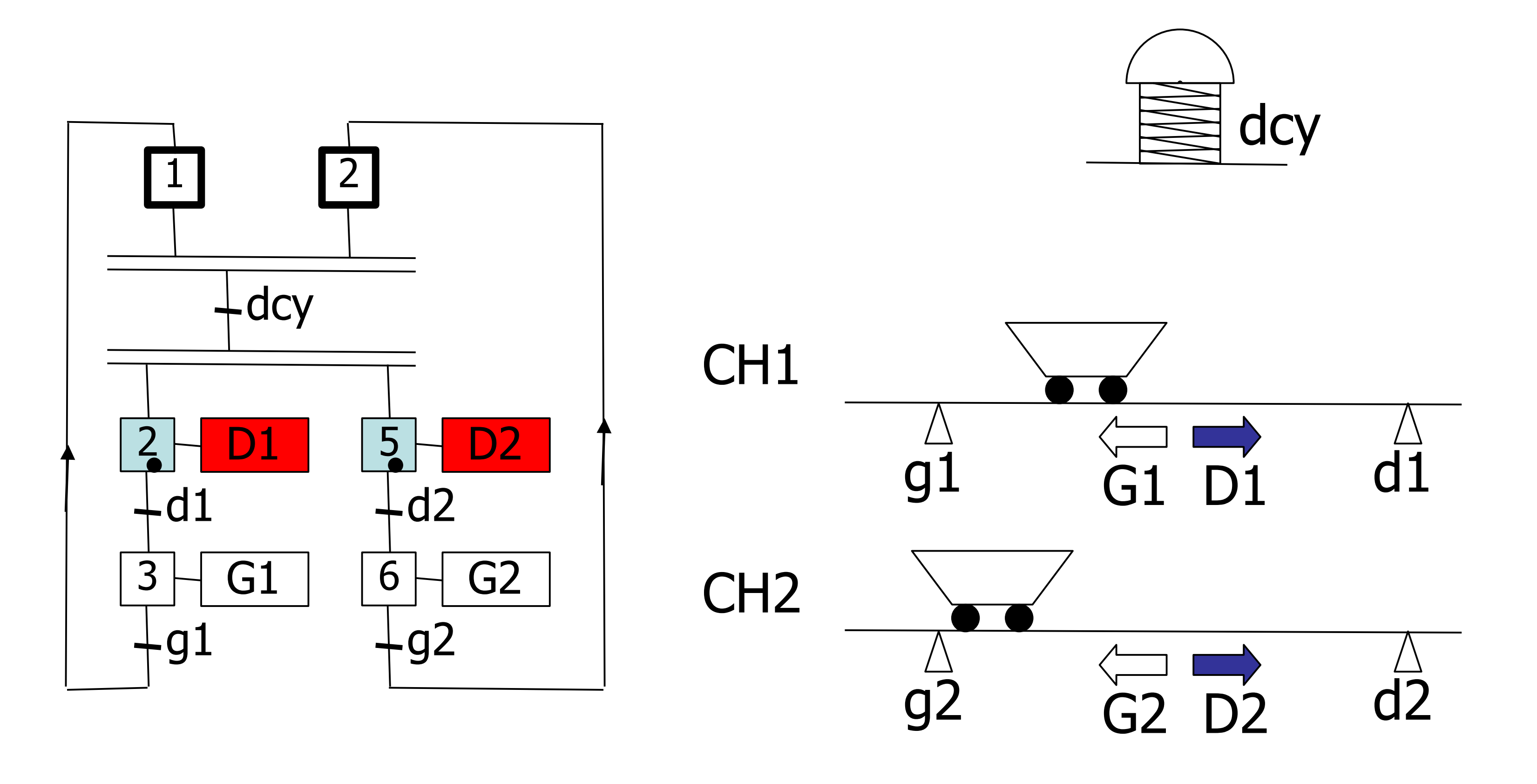

1
2
dcy
2
D1
5
D2
d1
d2
3
G1
6
G2
g1
g2
dcy=1
CH1
g1
G1
D1
d1
CH2
g2
G2
D2
d2

Solution 2



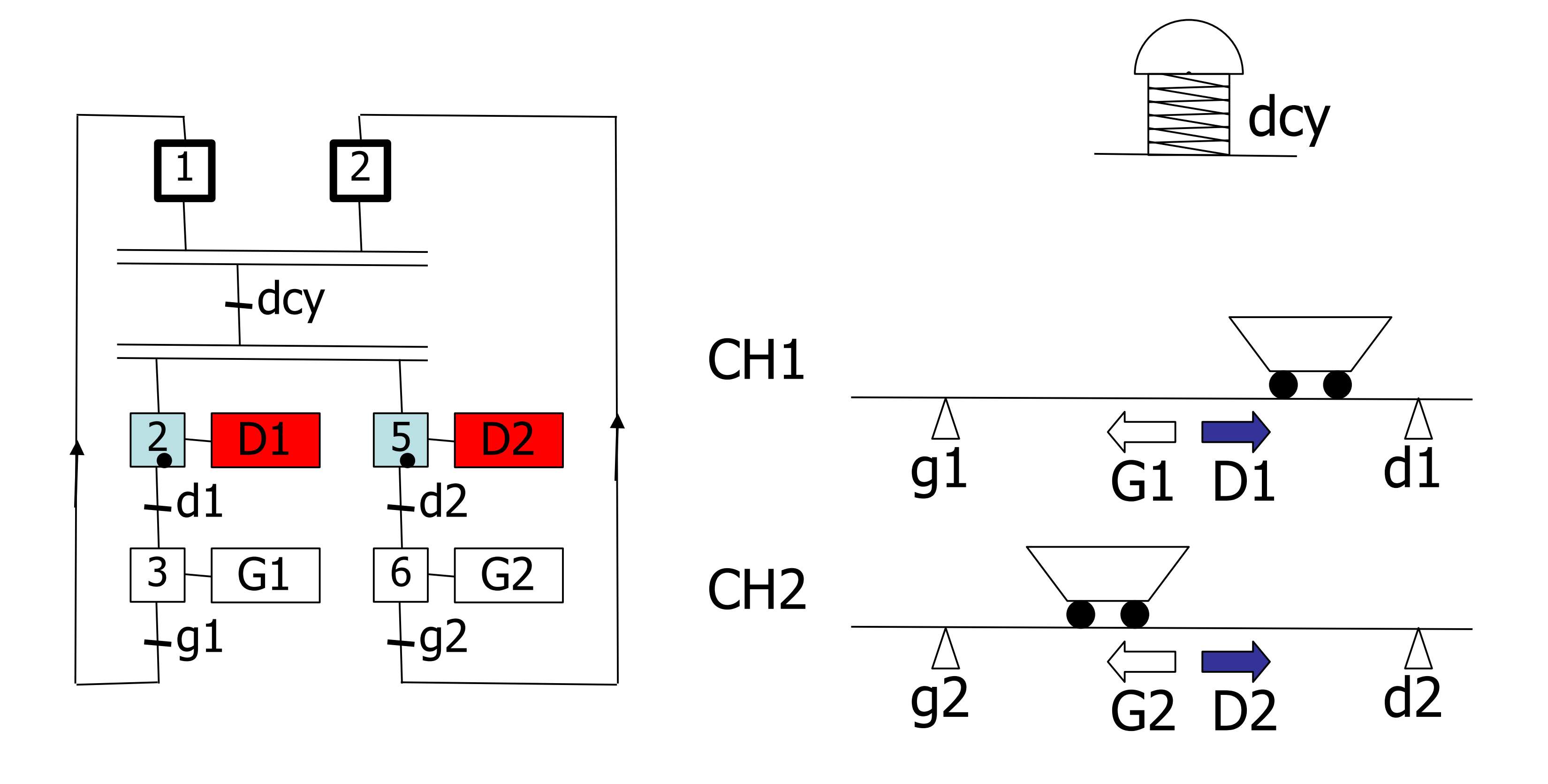
1
2
dcy
2
D1
5
D2
d1
d2
3
G1
6
G2
g1
g2
dcy
CH1
g1
G1
D1
d1
CH2
g2
G2
D2
d2

Solution 2



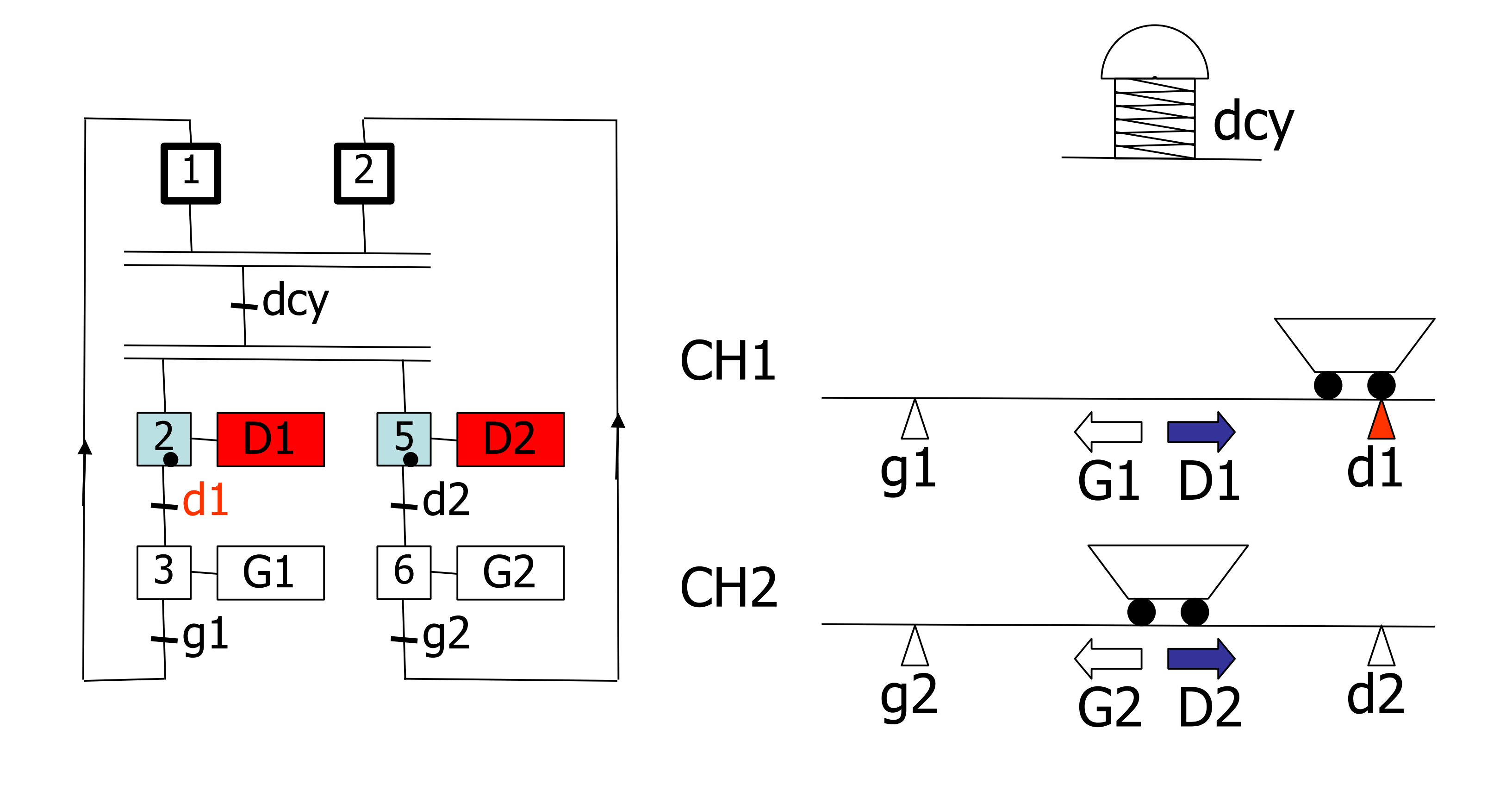
dcy
1
2
dcy
2
D1
5
D2
d1
d2
3
G1
6
G2
g1
g2
CH1
g1
G1
D1
d1
CH2
g2
G2
D2
d2

Solution 2



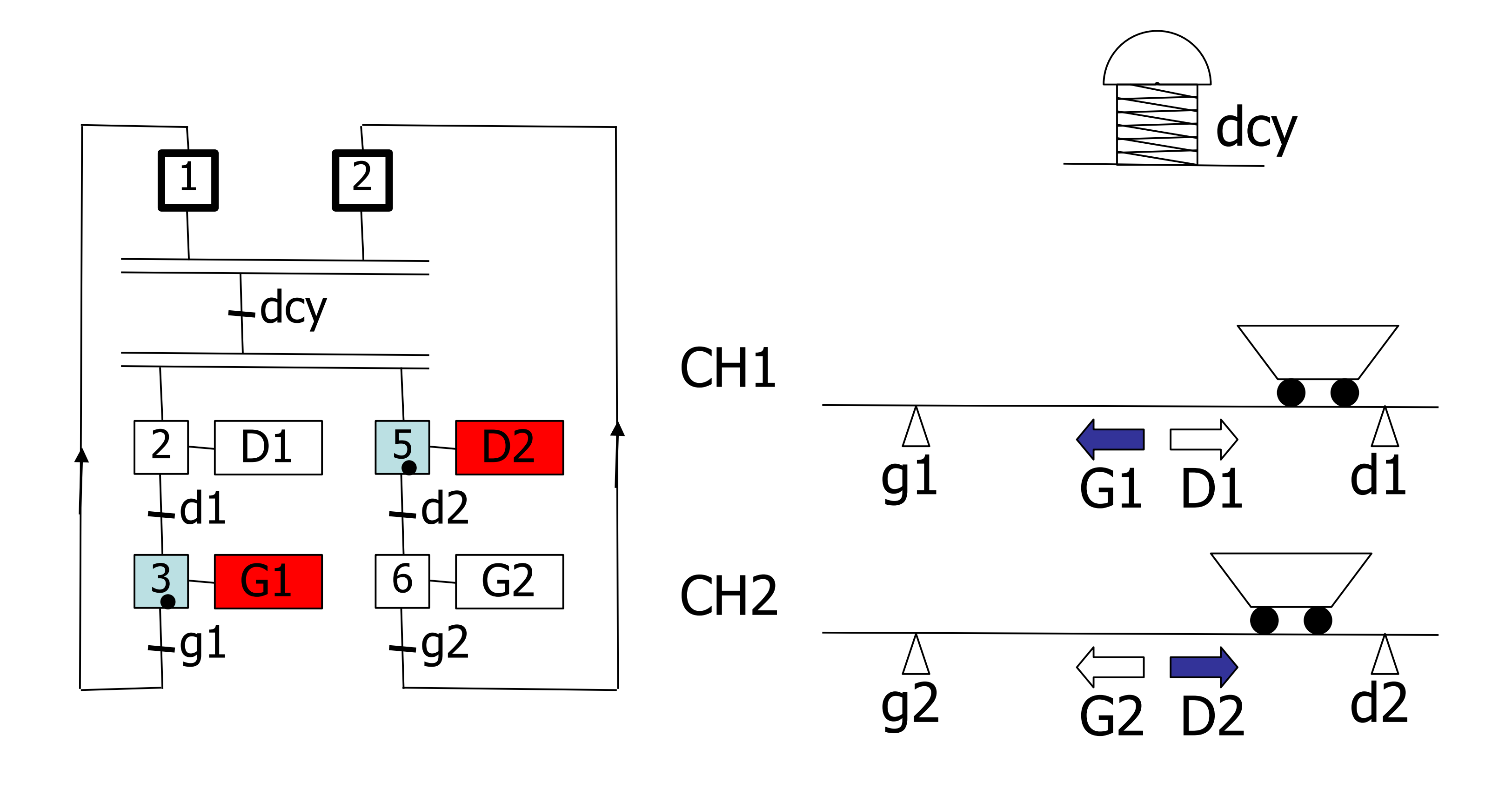
1
2
dcy
2
D1
5
D2
d1
d2
3
G1
6
G2
g1
g2
dcy
CH1
g1
G1
D1
d1
CH2
g2
G2
D2
d2

Solution 2



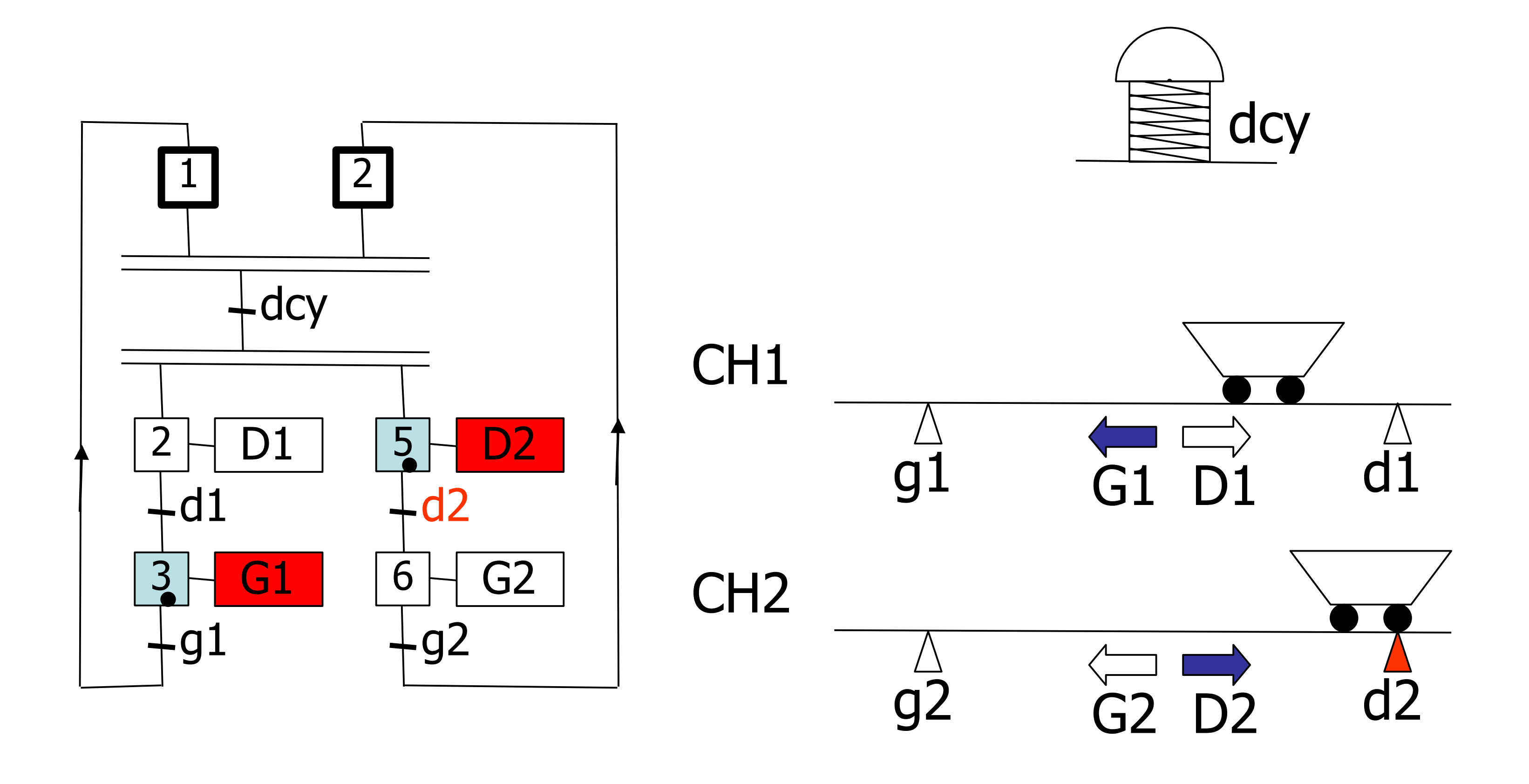
1
2
dcy
2
D1
d1
3
G1
g1
5
D2
d2
6
G2
g2
dcy
CH1
g1
G1
D1
d1
CH2
g2
G2
D2
d2

Solution 2



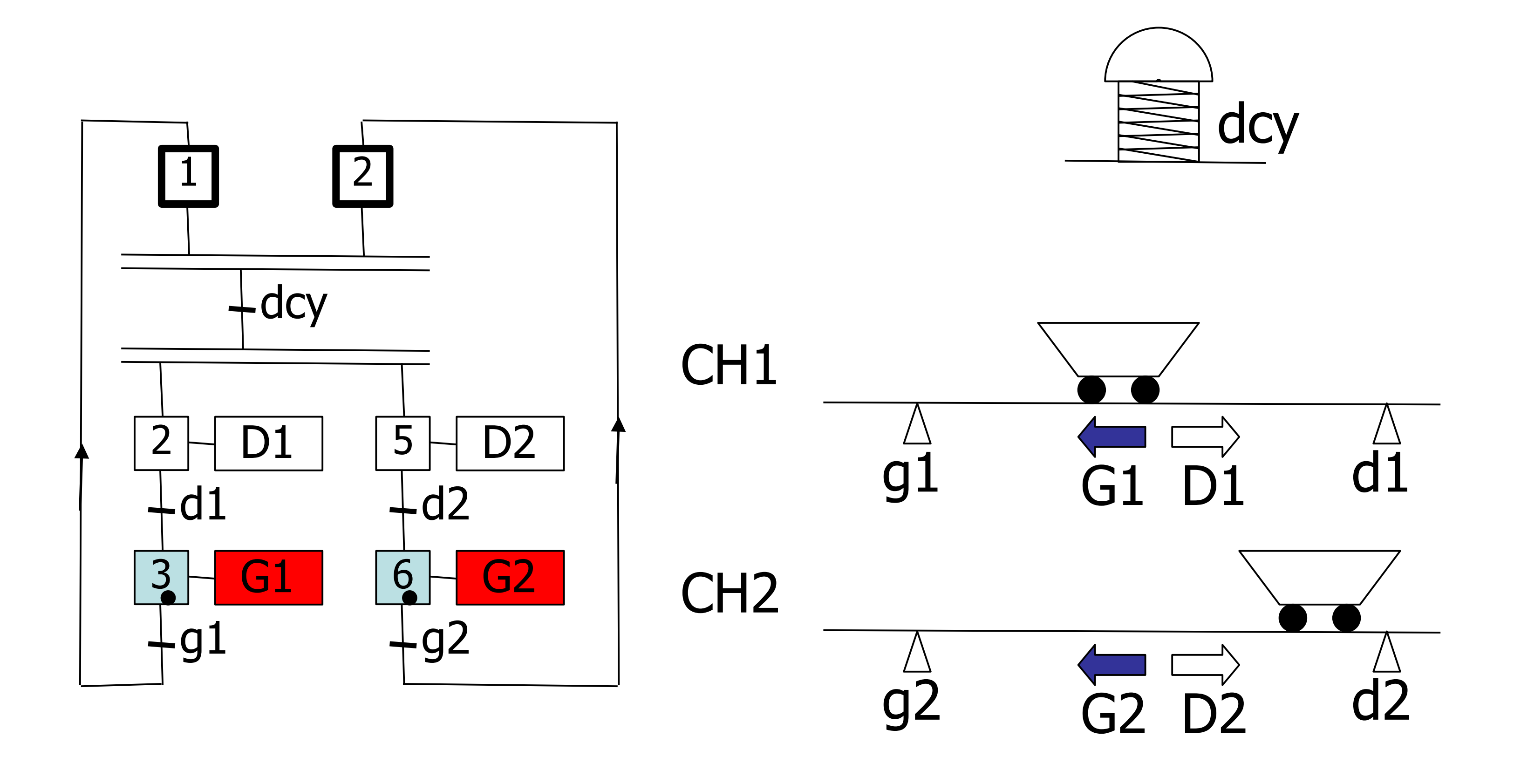
1
2
dcy
2
D1
d1
3
G1
g1
5
D2
d2
6
G2
g2
dcy
CH1
g1
G1
D1
d1
CH2
g2
G2
D2
d2

Solution 2



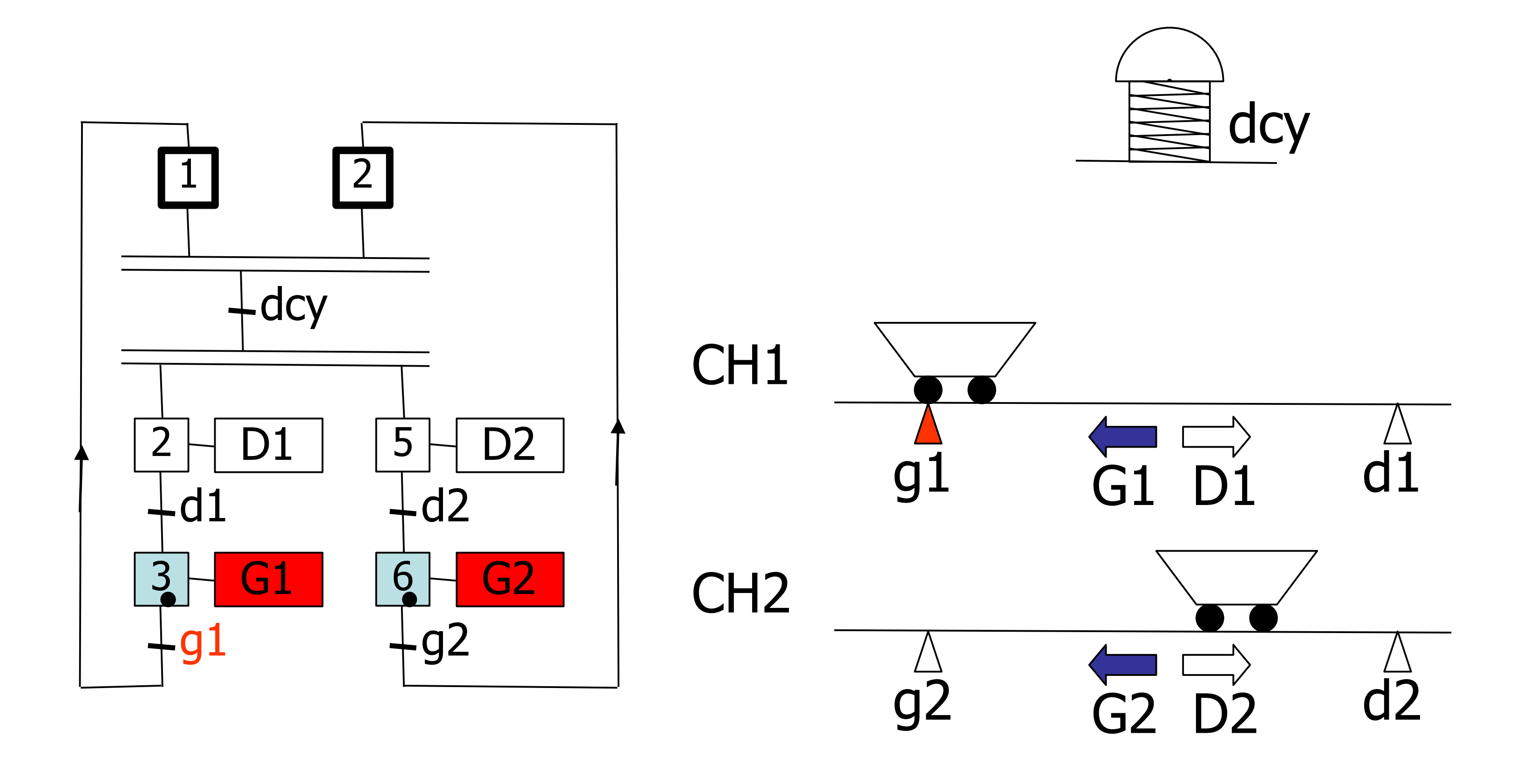
1
2
dcy
2
D1
5
D2
d1
d2
3
G1
6
G2
g1
g2
dcy
CH1
g1
G1
D1
d1
CH2
g2
G2
D2
d2

Solution 2



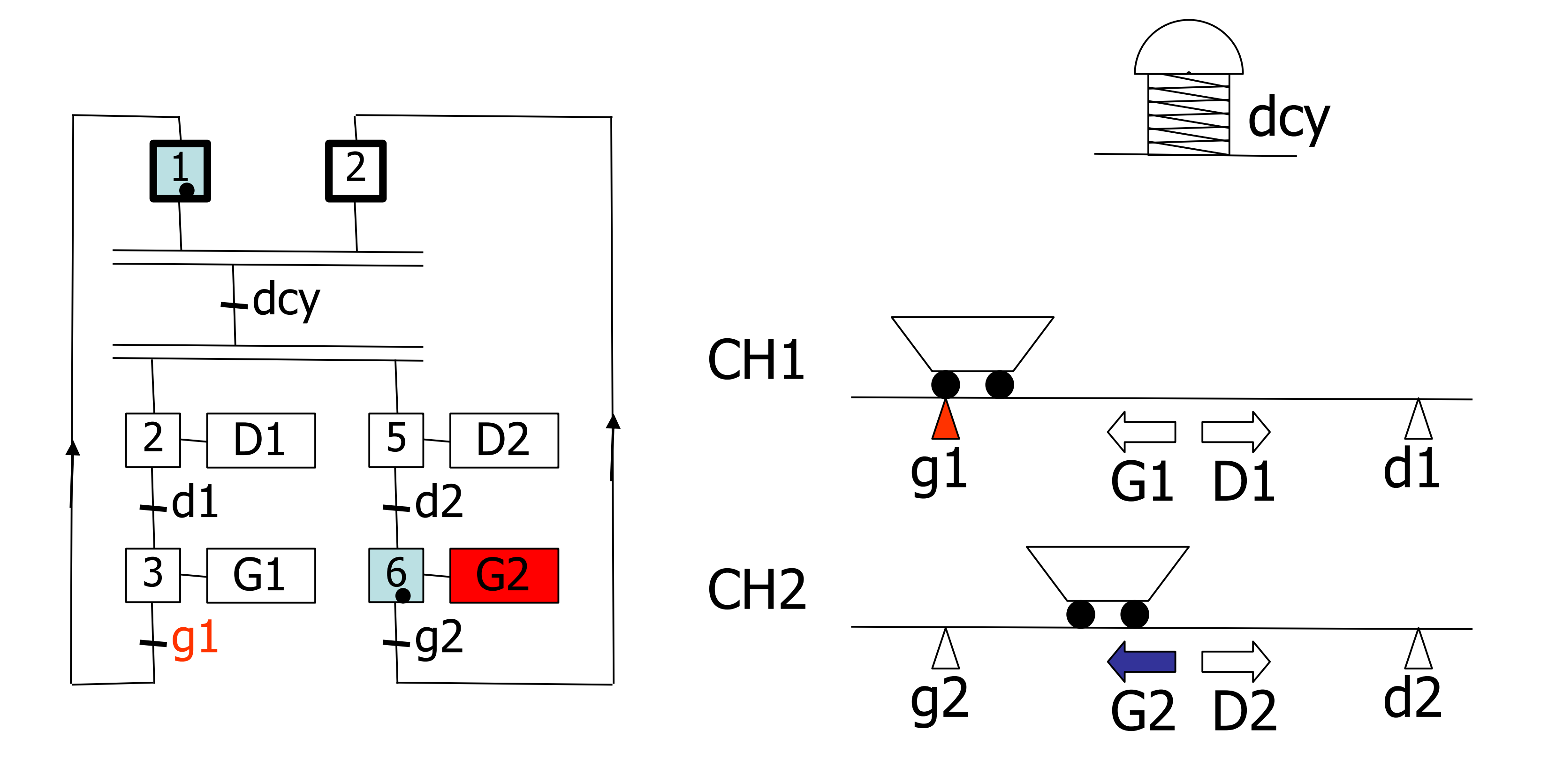
1
2
dcy
2
D1
d1
3
G1
g1
5
D2
d2
6
G2
g2
dcy
CH1
g1
G1
D1
d1
CH2
g2
G2
D2
d2

Solution 2

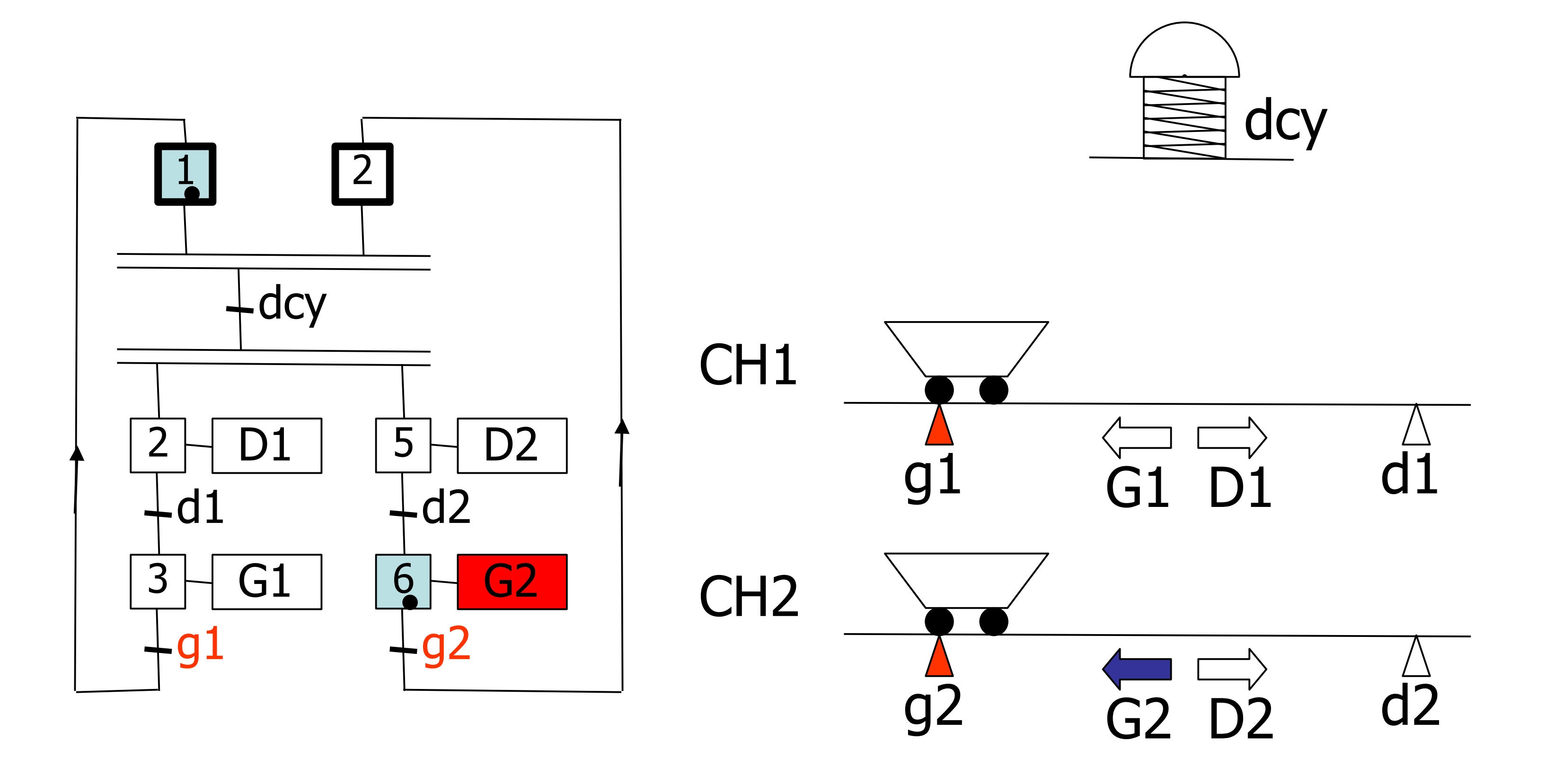


1
2
dcy
2
D1
5
D2
d1
d2
3
G1
6
G2
g1
g2
dcy
CH1
g1
G1
D1
d1
CH2
g2
G2
D2
d2

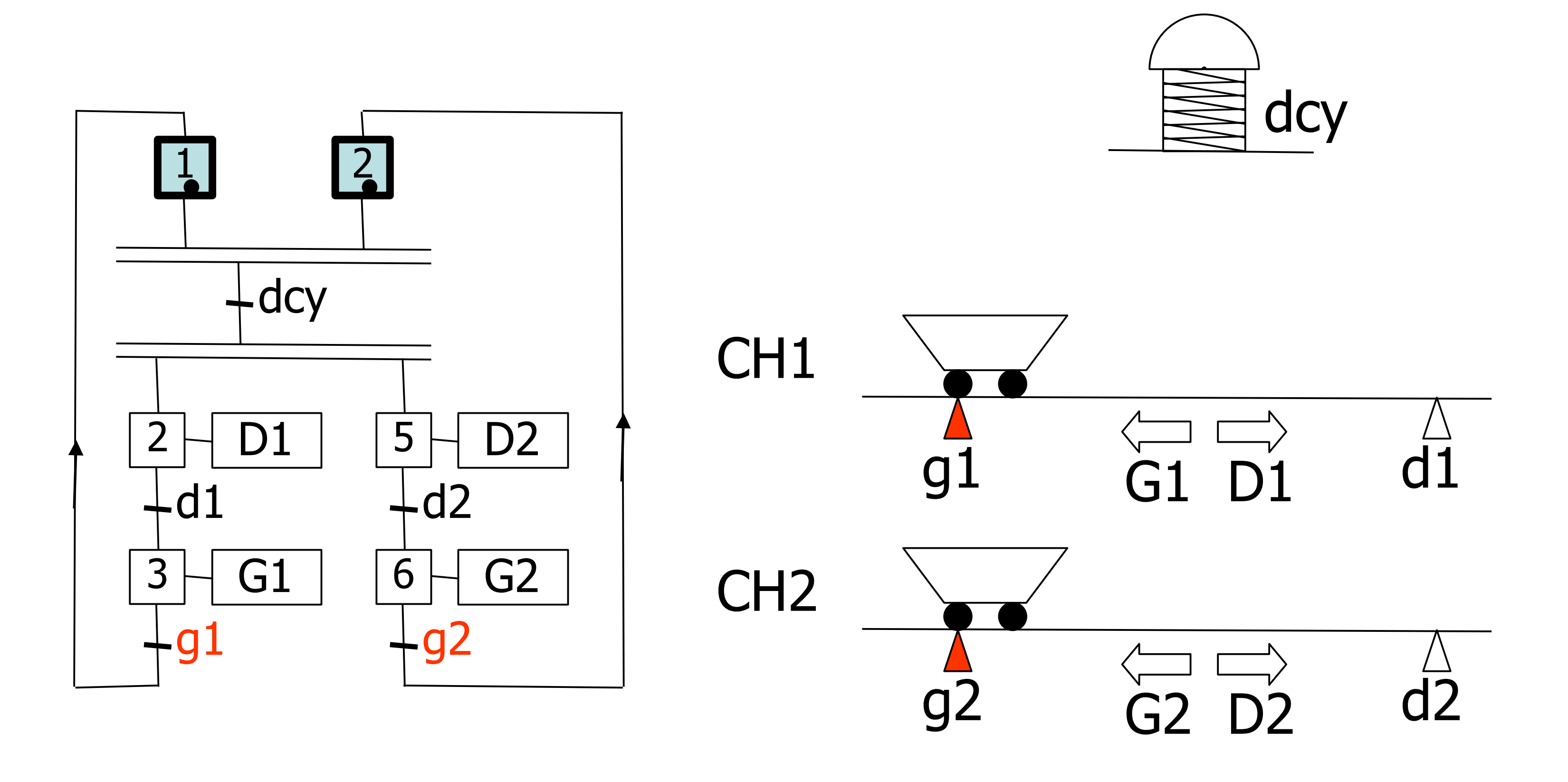
Solution 2


1
2
dcy
2
D1
5
D2
d1
d2
3
G1
6
G2
g1
g2
dcy
CH1
g1
G1
D1
d1
CH2
g2
G2
D2
d2

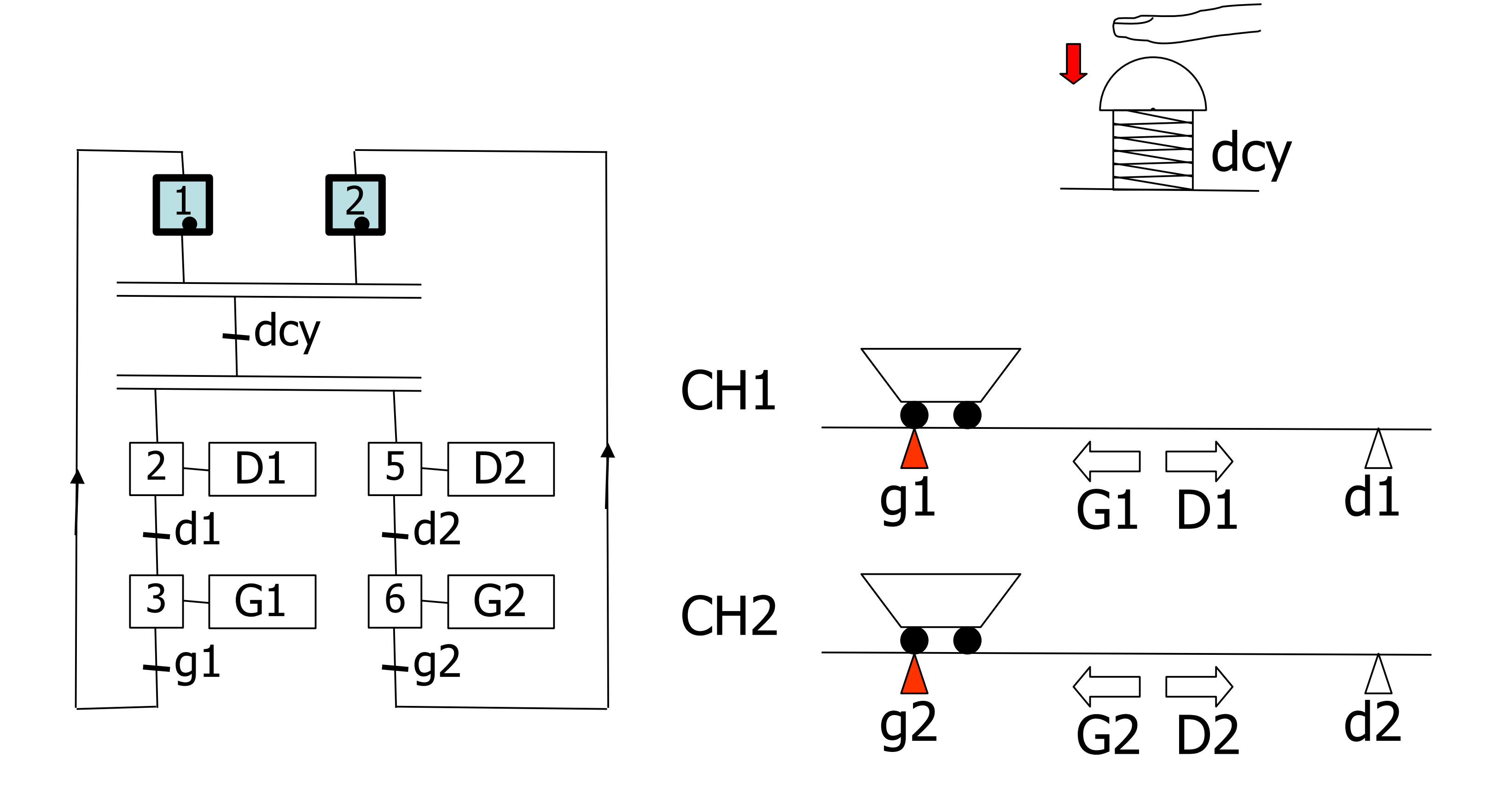
Solution 2


1
2
dcy
2
D1
5
D2
d1
d2
3
G1
6
G2
g1
g2
dcy
CH1
g1
G1
D1
d1
CH2
g2
G2
D2
d2

Solution 2

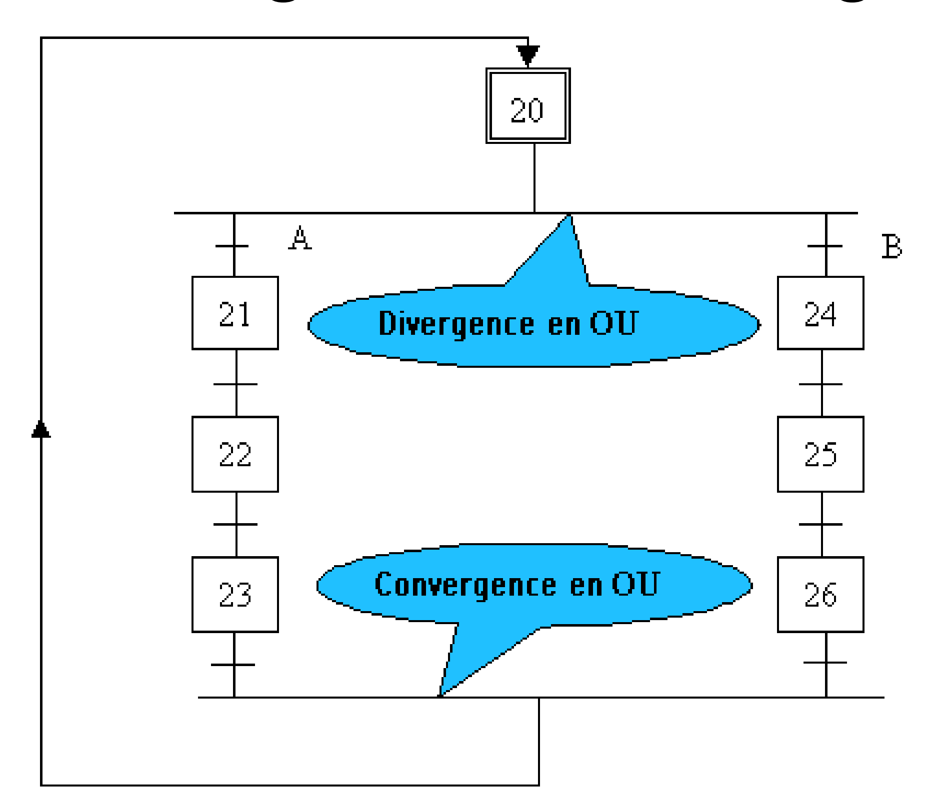


1
2
dcy
2
D1
d1
3
G1
g1
5
D2
d2
6
G2
g2
dcy
CH1
g1
G1
D1
d1
CH2
g2
G2
D2
d2



1
2
dcy
2
D1
d1
3
G1
g1
5
D2
d2
6
G2
g2
dcy
CH1
g1
G1
D1
d1
CH2
g2
G2
D2
d2

Divergence et convergence en OU (aiguillage)



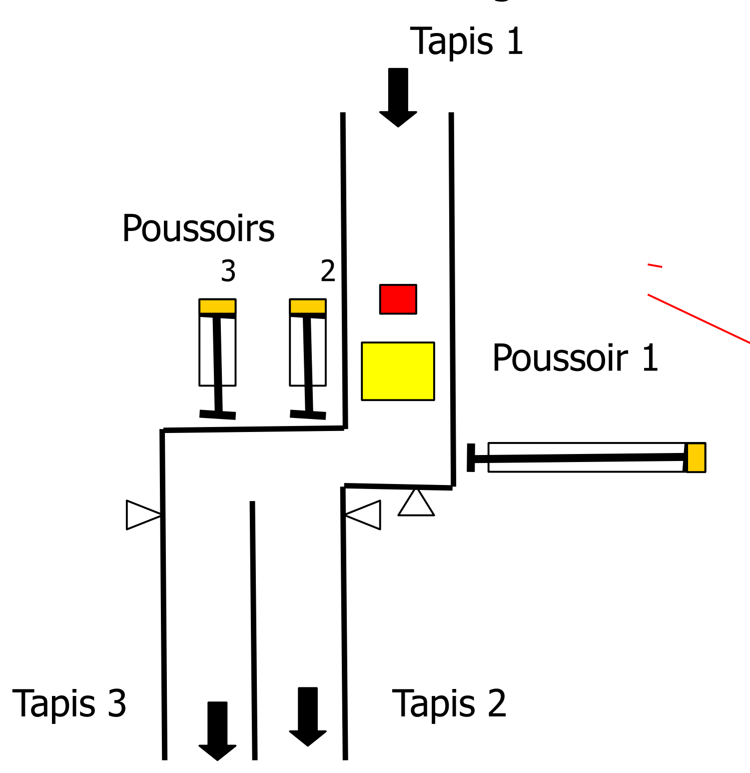
Divergence en OU :
l'évolution du système vers une branche dépend des réceptivités A et B associées aux transitions.

Convergence en OU : après l' évolution dans une branche, il y a convergence vers une étape commune.

REMARQUES :
A et B ne peuvent être vrais simultanément (conflit).
Après une divergence en OU, on trouve une convergence en OU.
Le nombre de branches peut-être supérieur à 2.
La convergence de toutes les branches ne se fait pas obligatoirement au même endroit.

Exemple avec branchement OU (sélection de séquences)

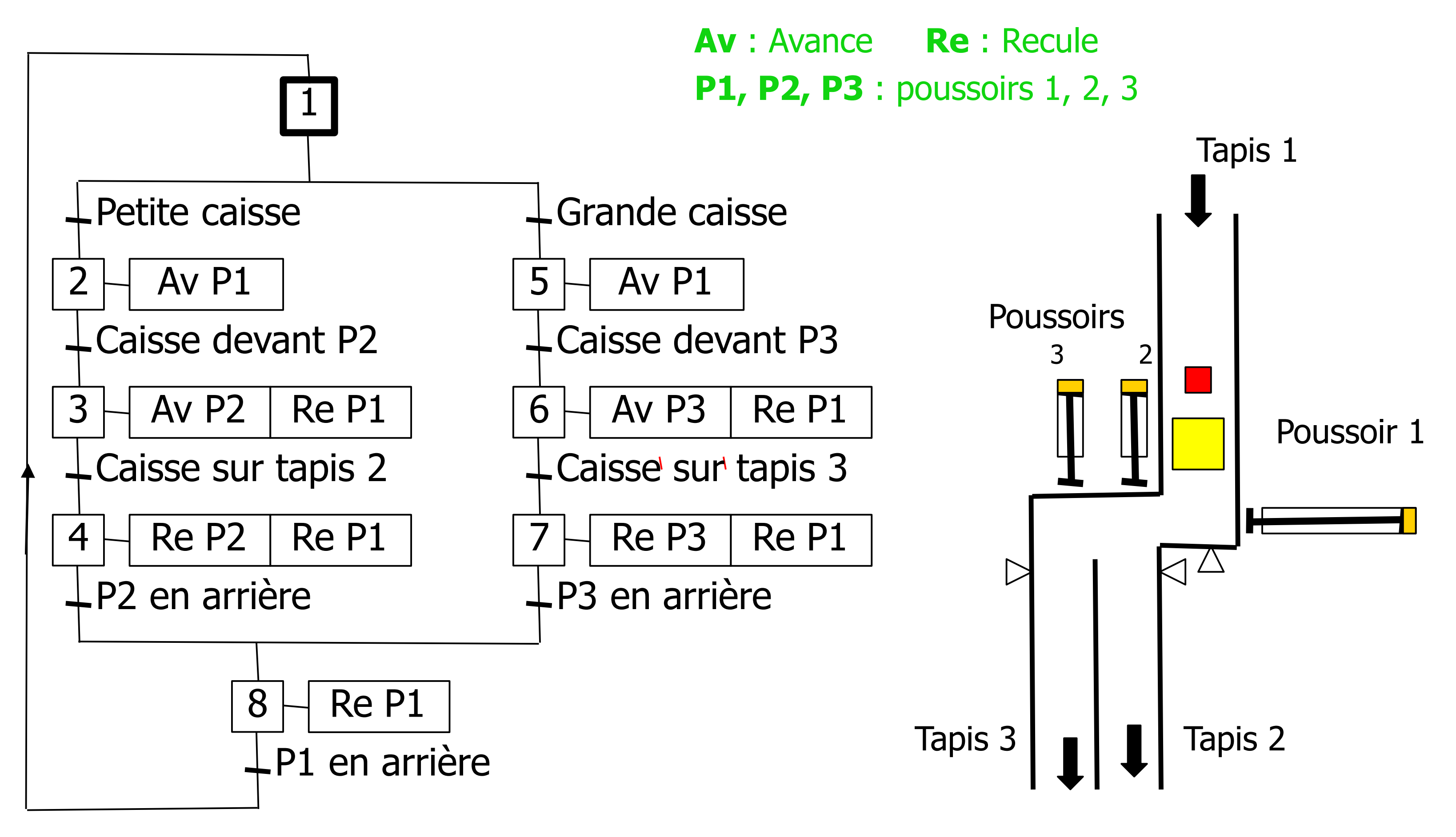
Un dispositif automatique destiné à trier des caisses de deux tailles différentes se compose d'un tapis amenant les caisses, de trois poussoirs et de deux tapis d'évacuation suivant la figure ci-dessous :



Cycle de fonctionnement :

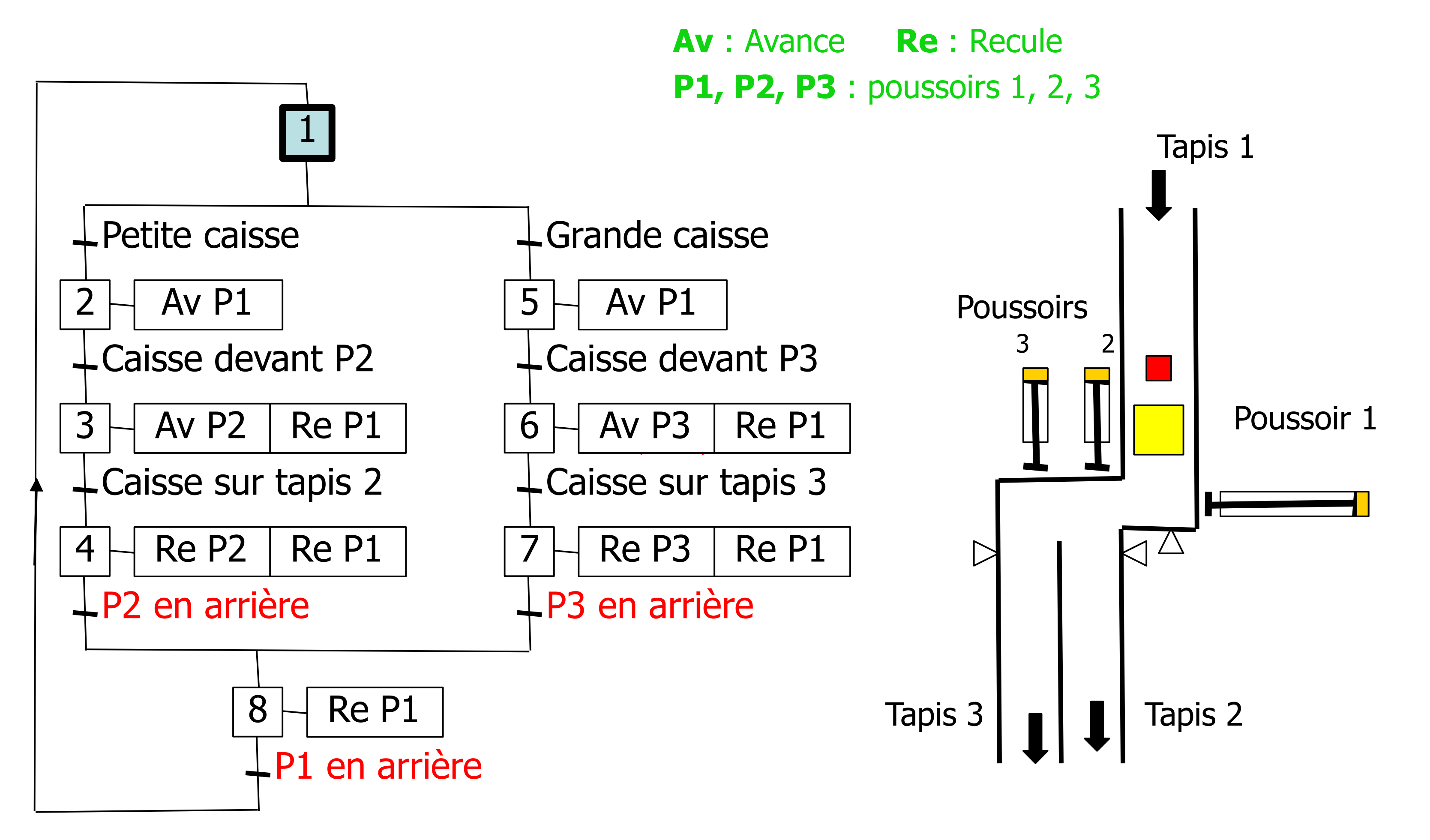
Le poussoir 1 pousse les petites caisses devant le poussoir 2 qui, à son tour, les transfère sur le tapis d'évacuation 2, alors que les grandes caisses sont poussées devant le poussoir 3, ce dernier les évacuant sur le tapis 3. Pour effectuer la sélection des caisses, un dispositif de détection placé devant le poussoir 1 permet de reconnaître sans ambiguïté le type de caisse qui se présente.

Exemple avec branchement OU (sélection de séquences)



Exemple avec branchement OU (sélection de séquences)

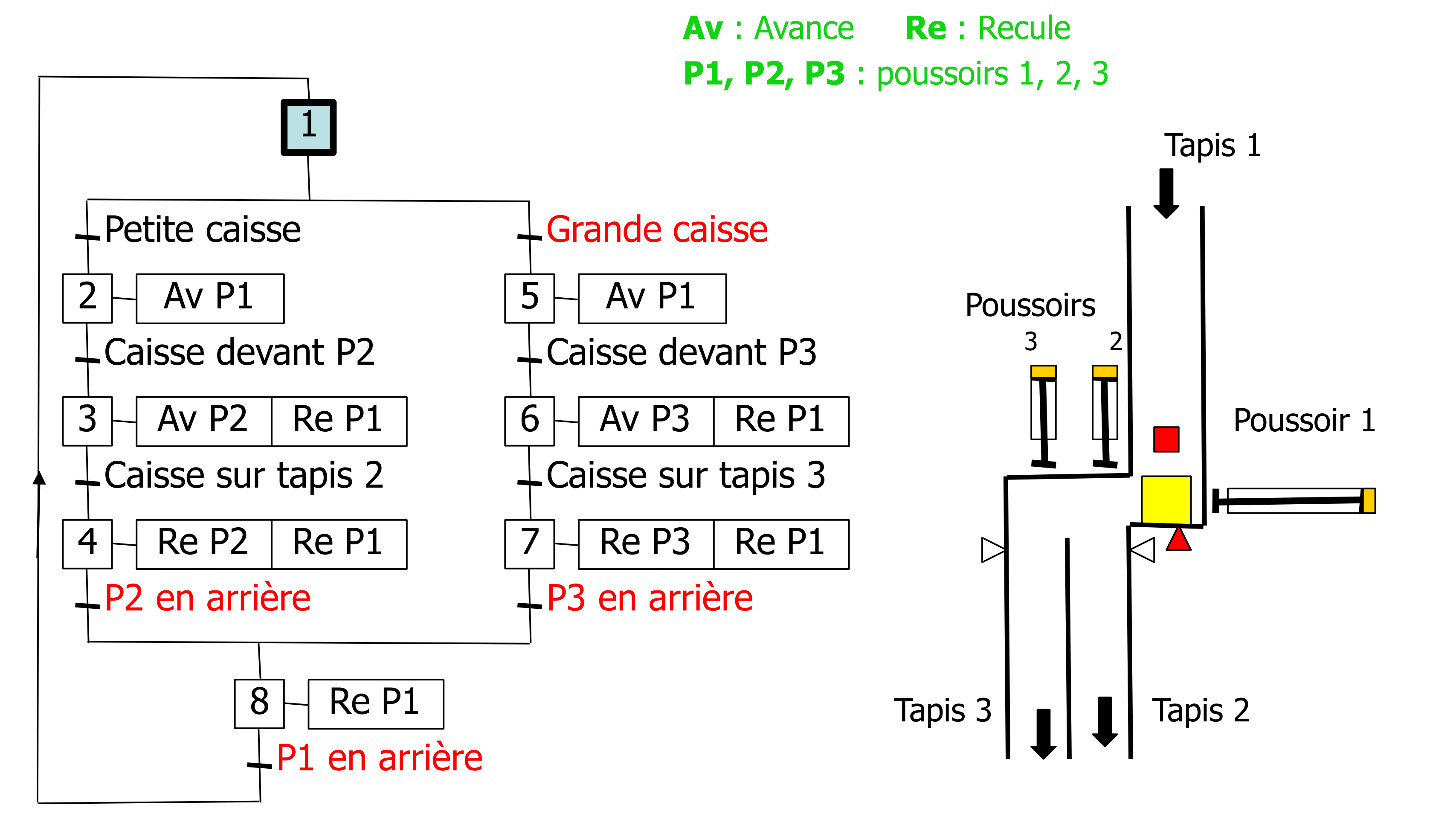
Av : Avance **Re** : Recule
P1, P2, P3 : poussoirs 1, 2, 3



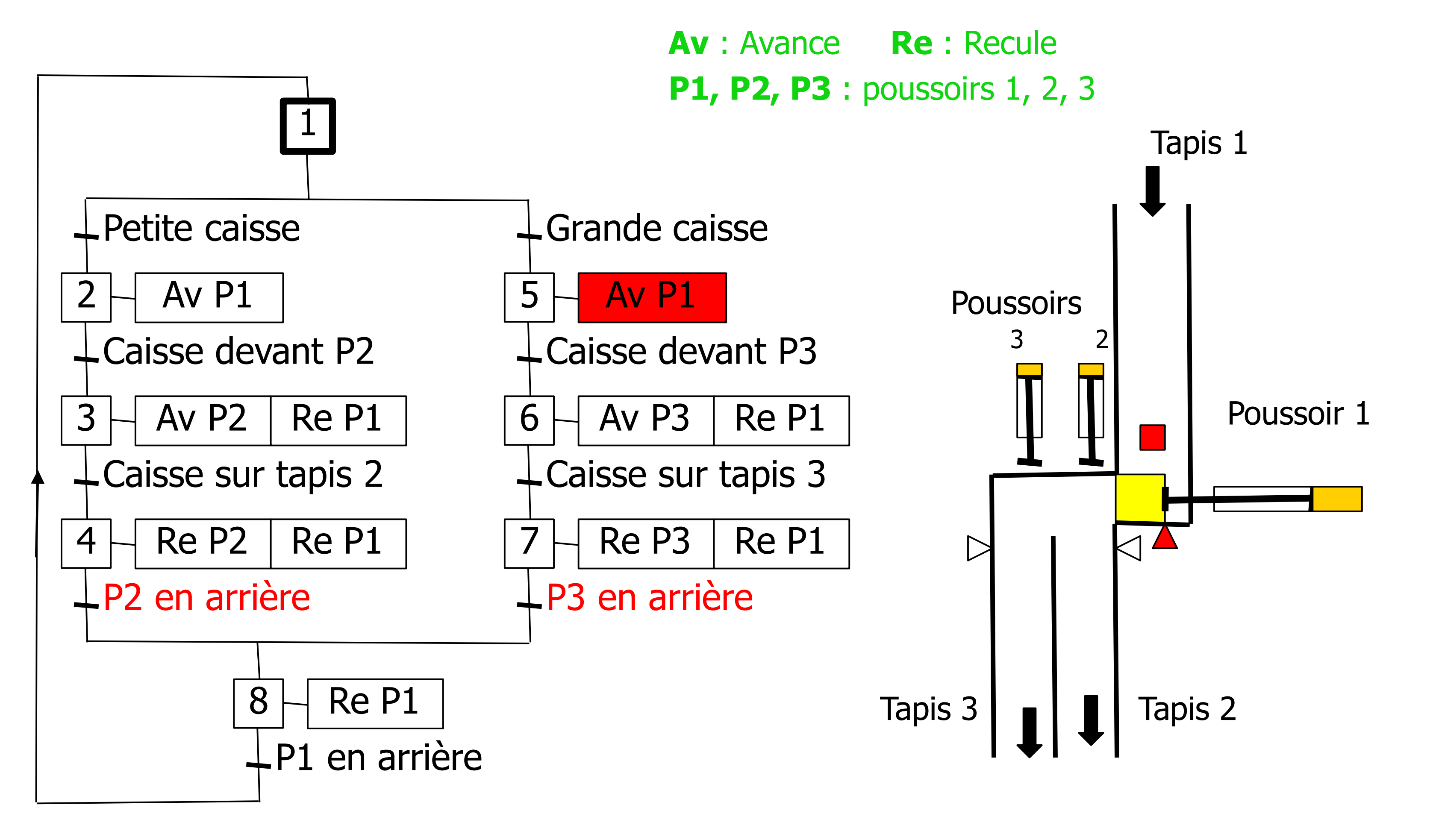
Exemple avec branchement OU (sélection de séquences)

Av : Avance **Re** : Recule

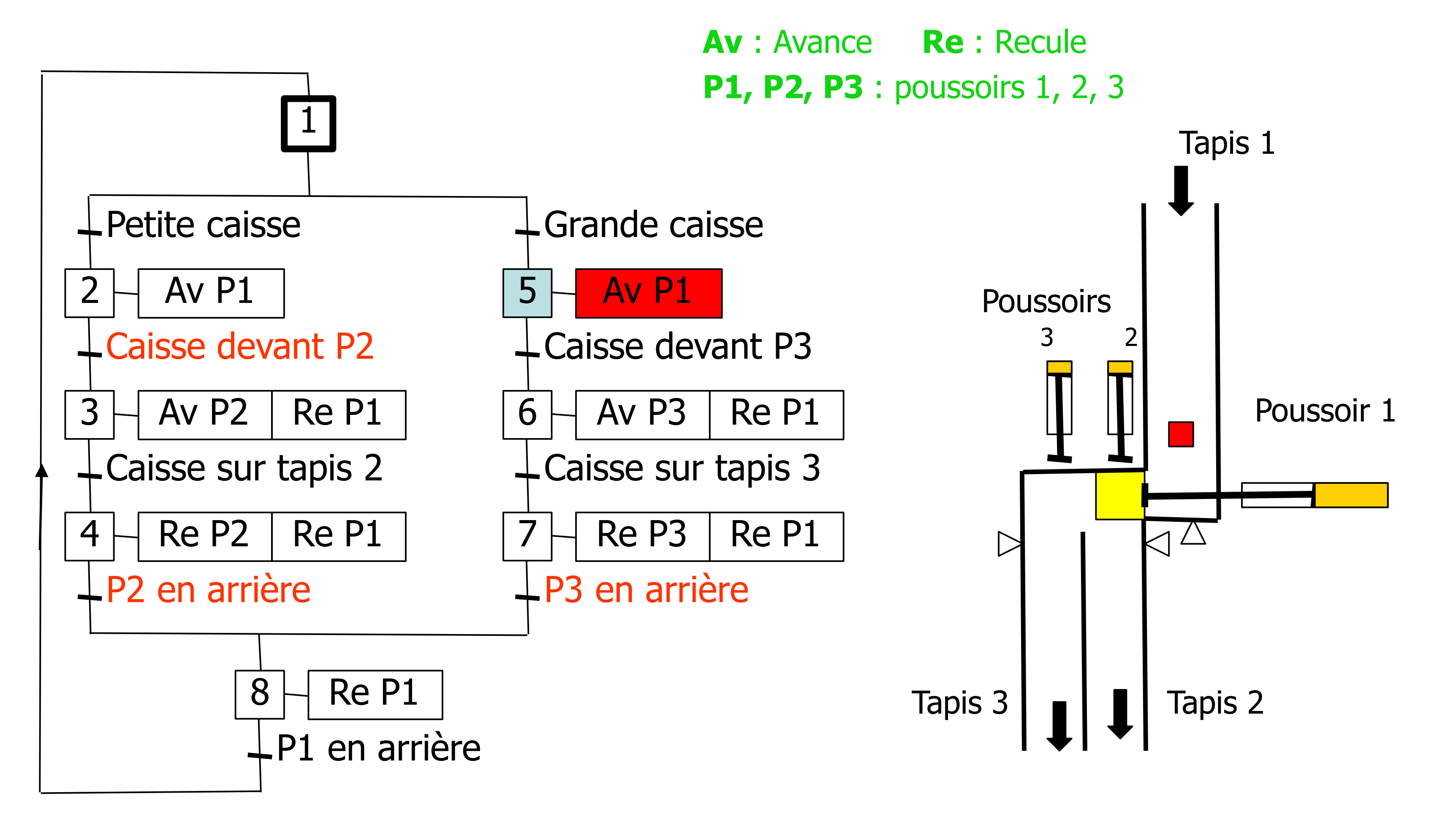
P1, P2, P3 : poussoirs 1, 2, 3



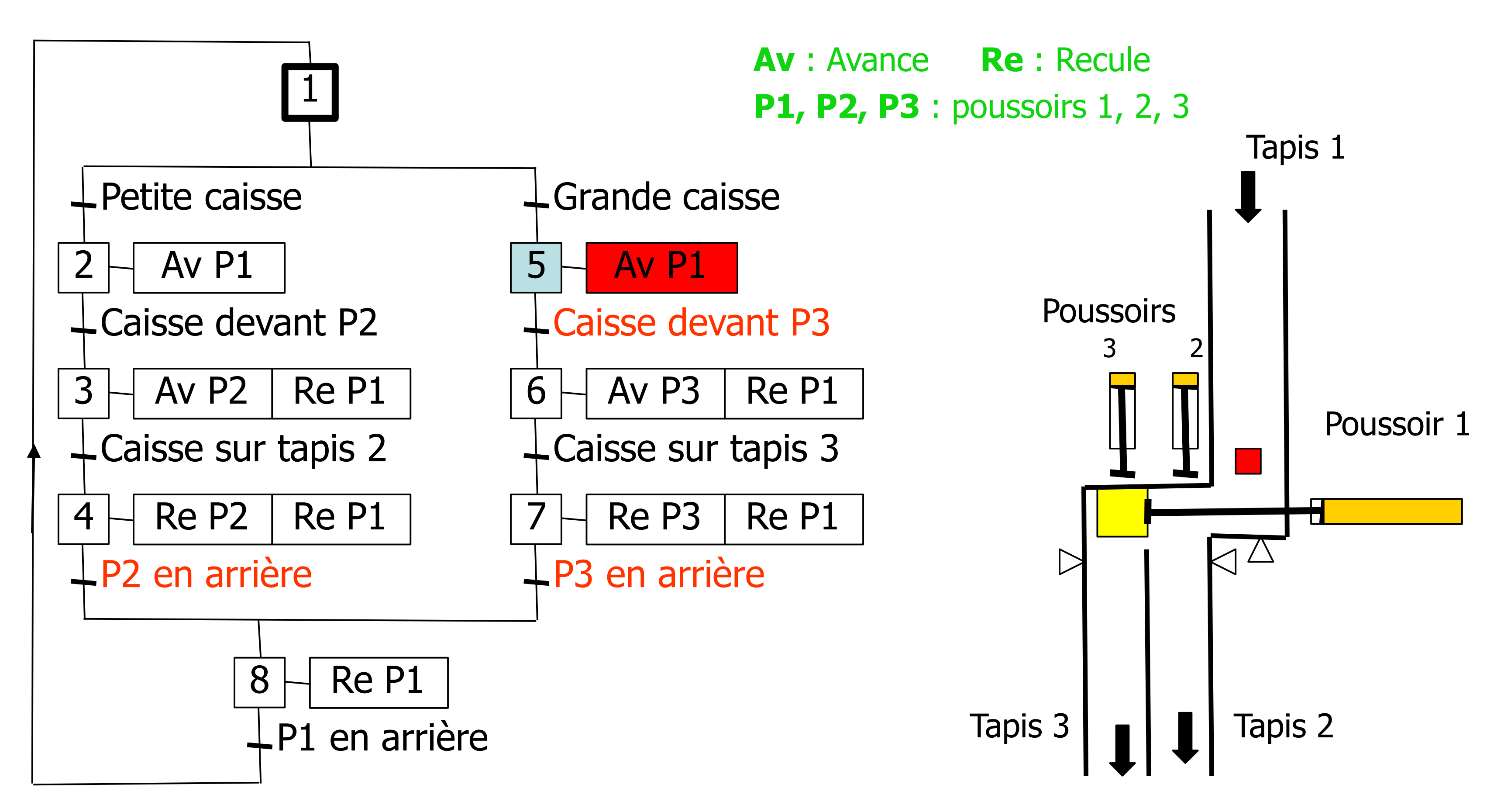
Exemple avec branchement OU (sélection de séquences)



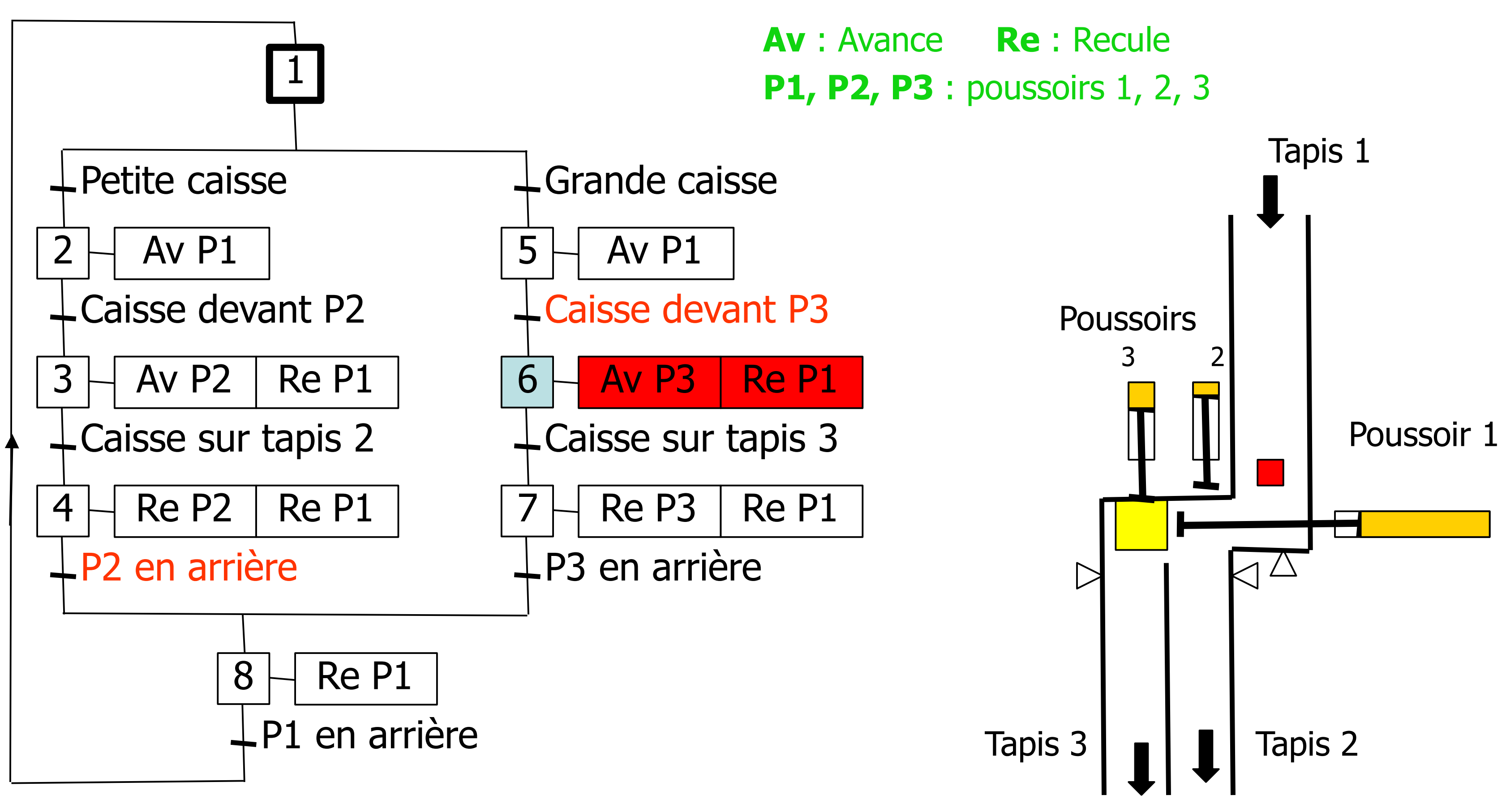
Exemple avec branchement OU (sélection de séquences)



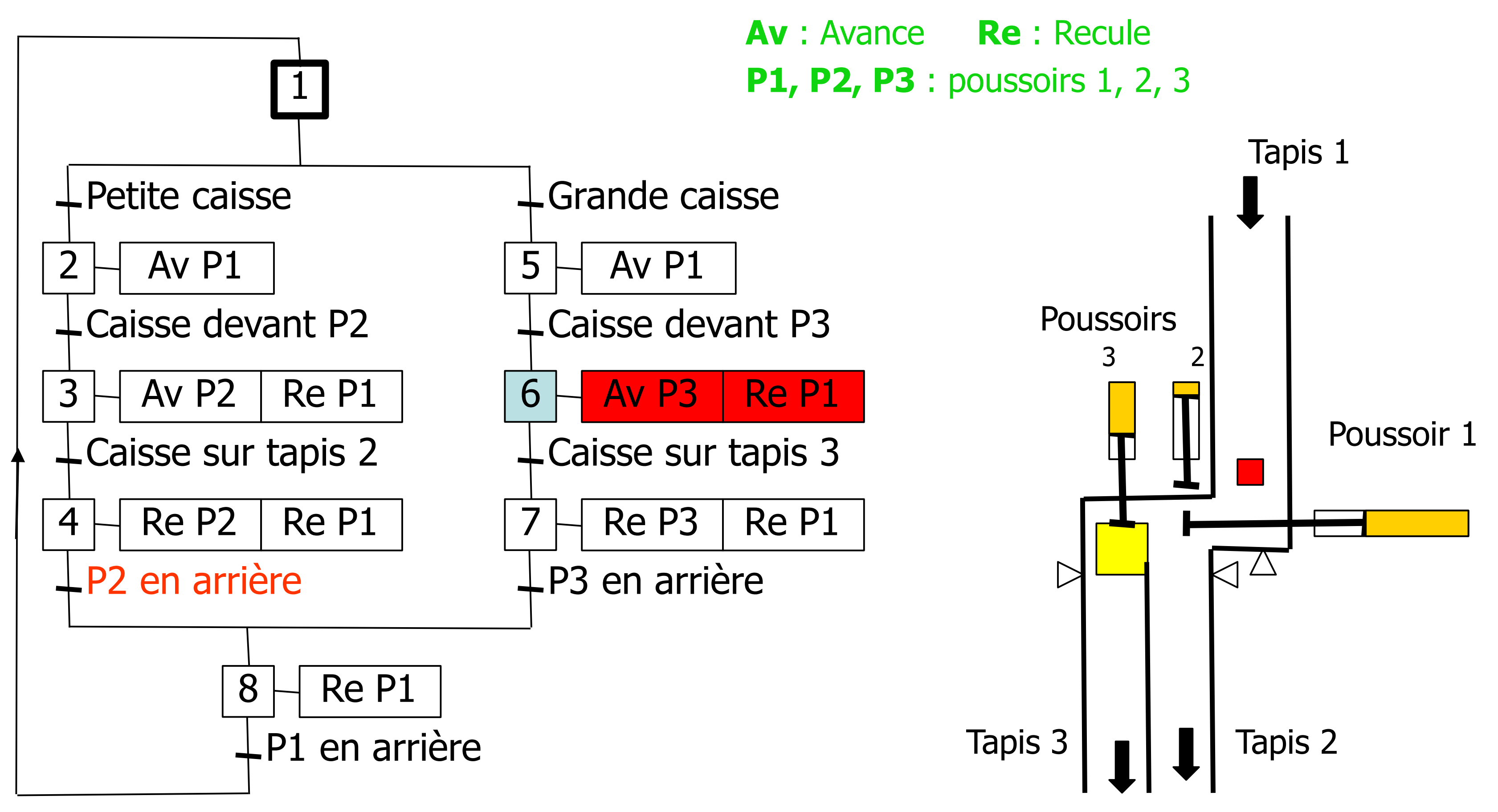
Exemple avec branchement OU (sélection de séquences)



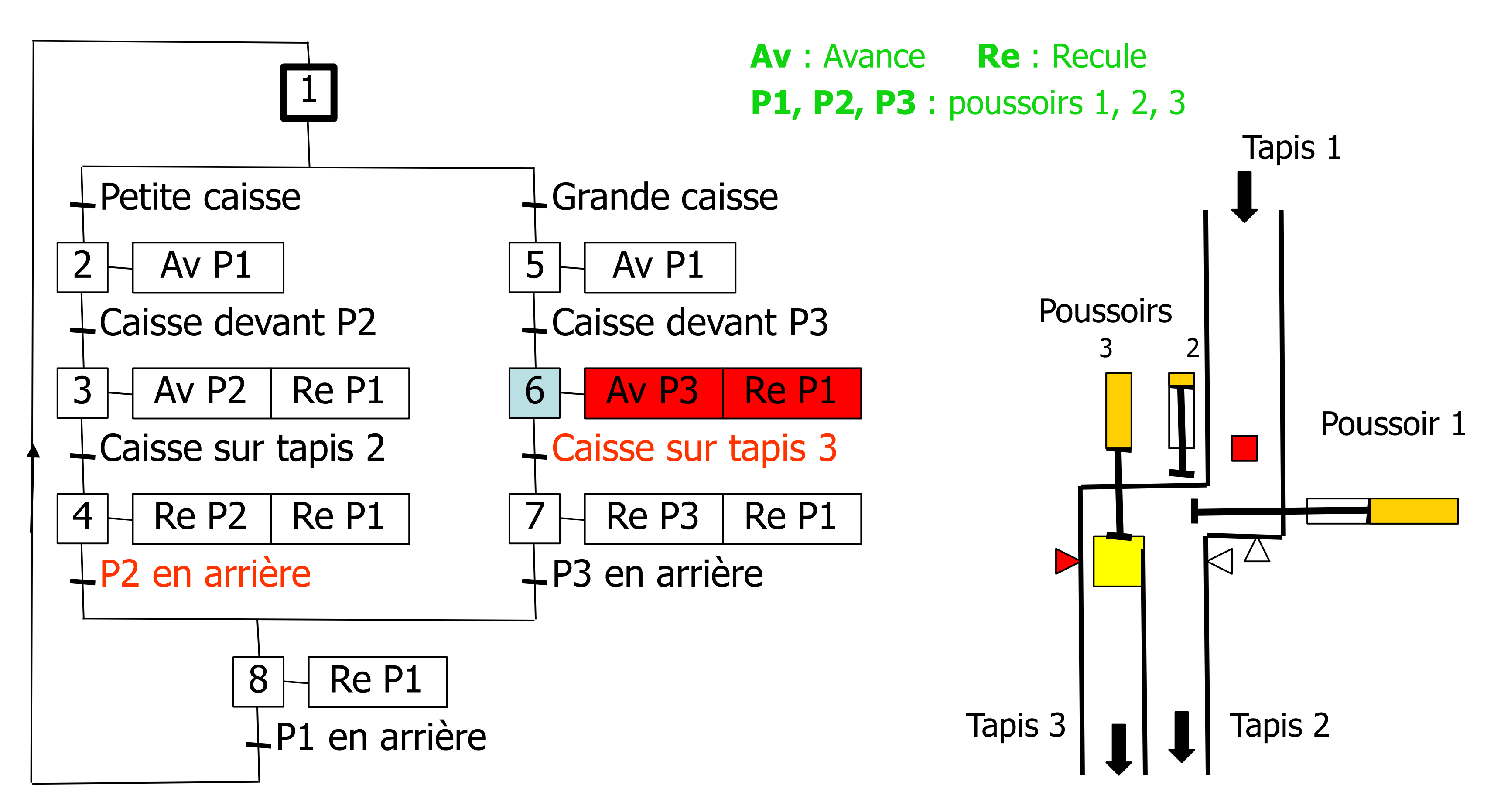
Exemple avec branchement OU (sélection de séquences)



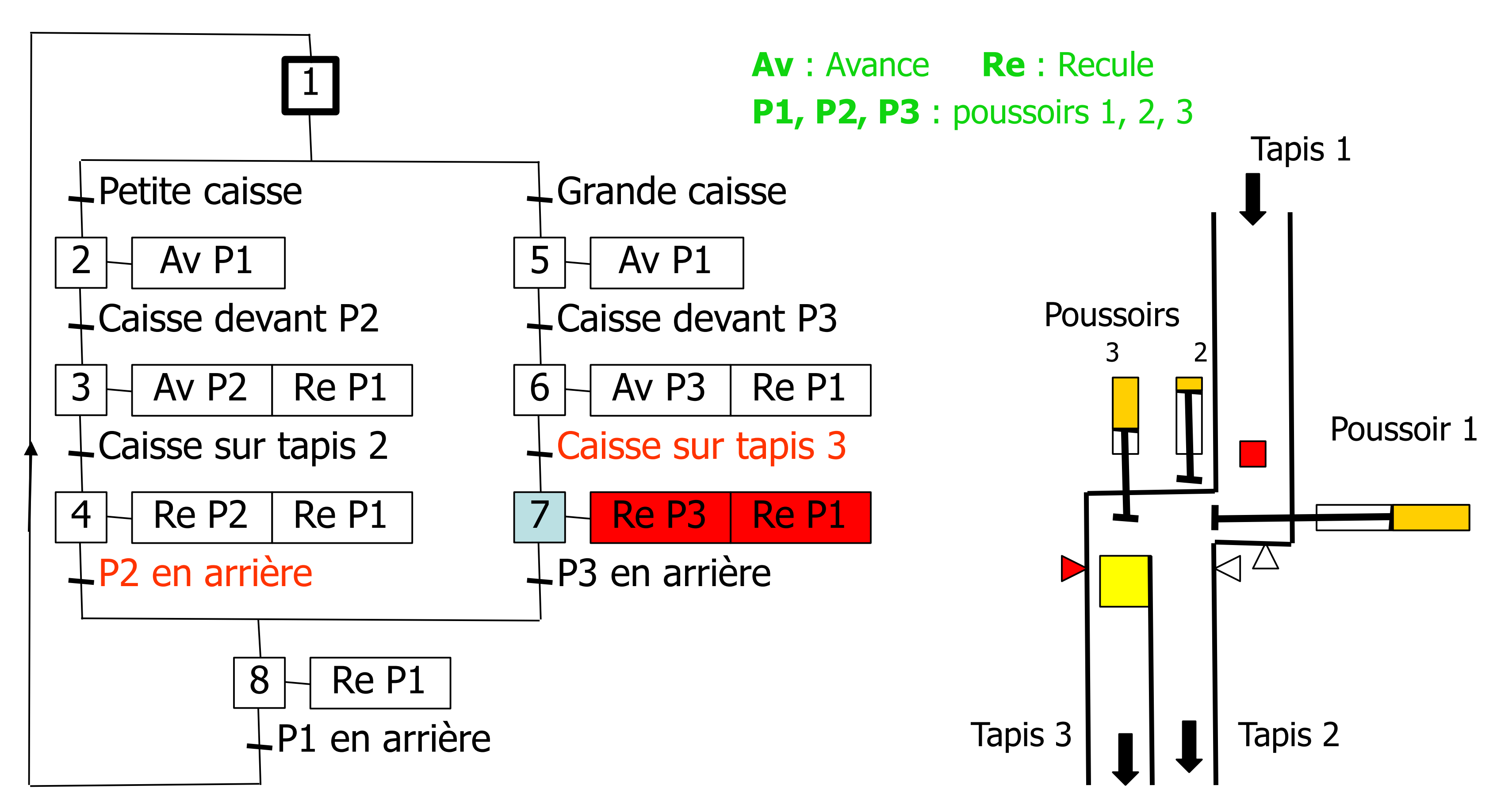
Exemple avec branchement OU (sélection de séquences)



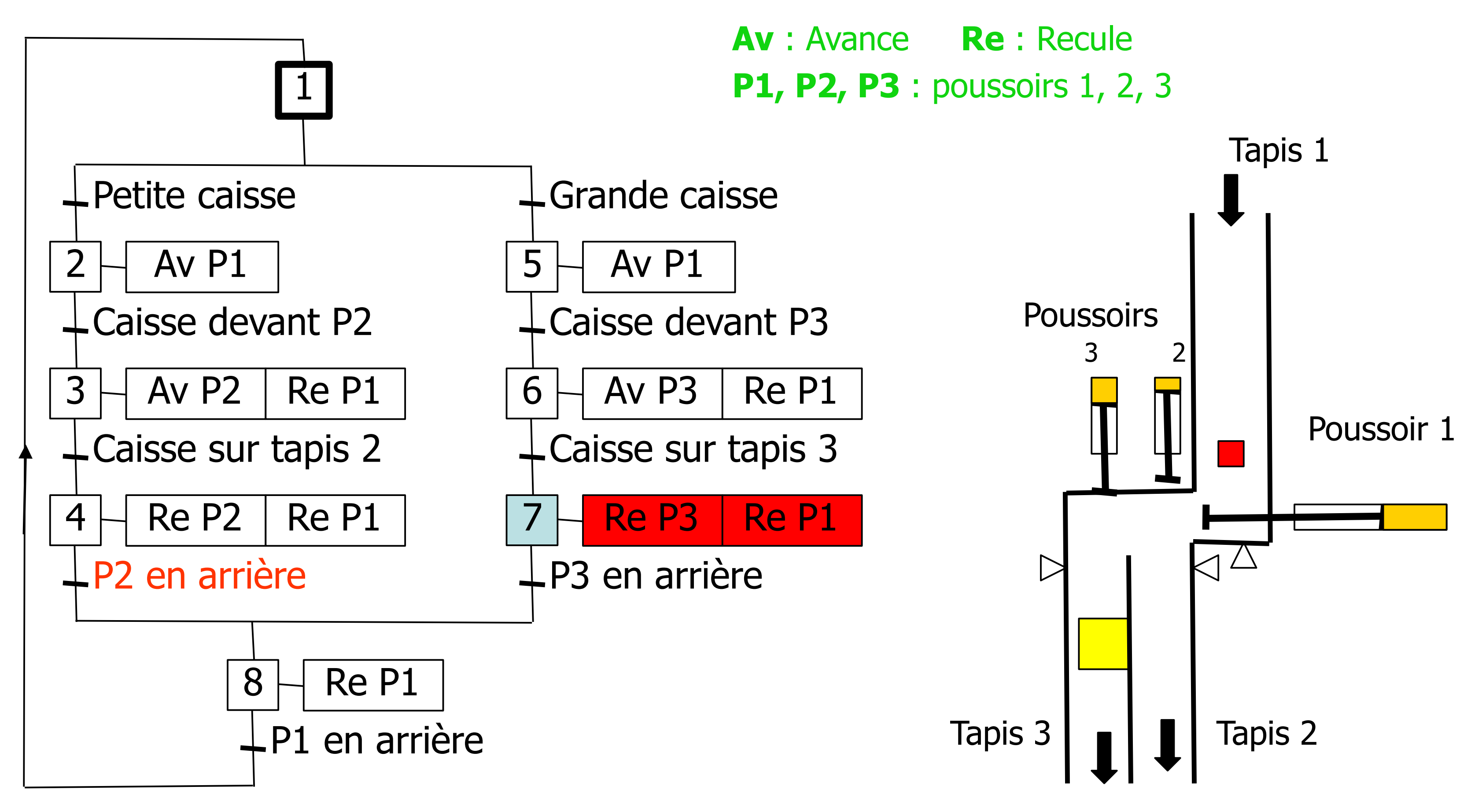
Exemple avec branchement OU (sélection de séquences)



Exemple avec branchement OU (sélection de séquences)



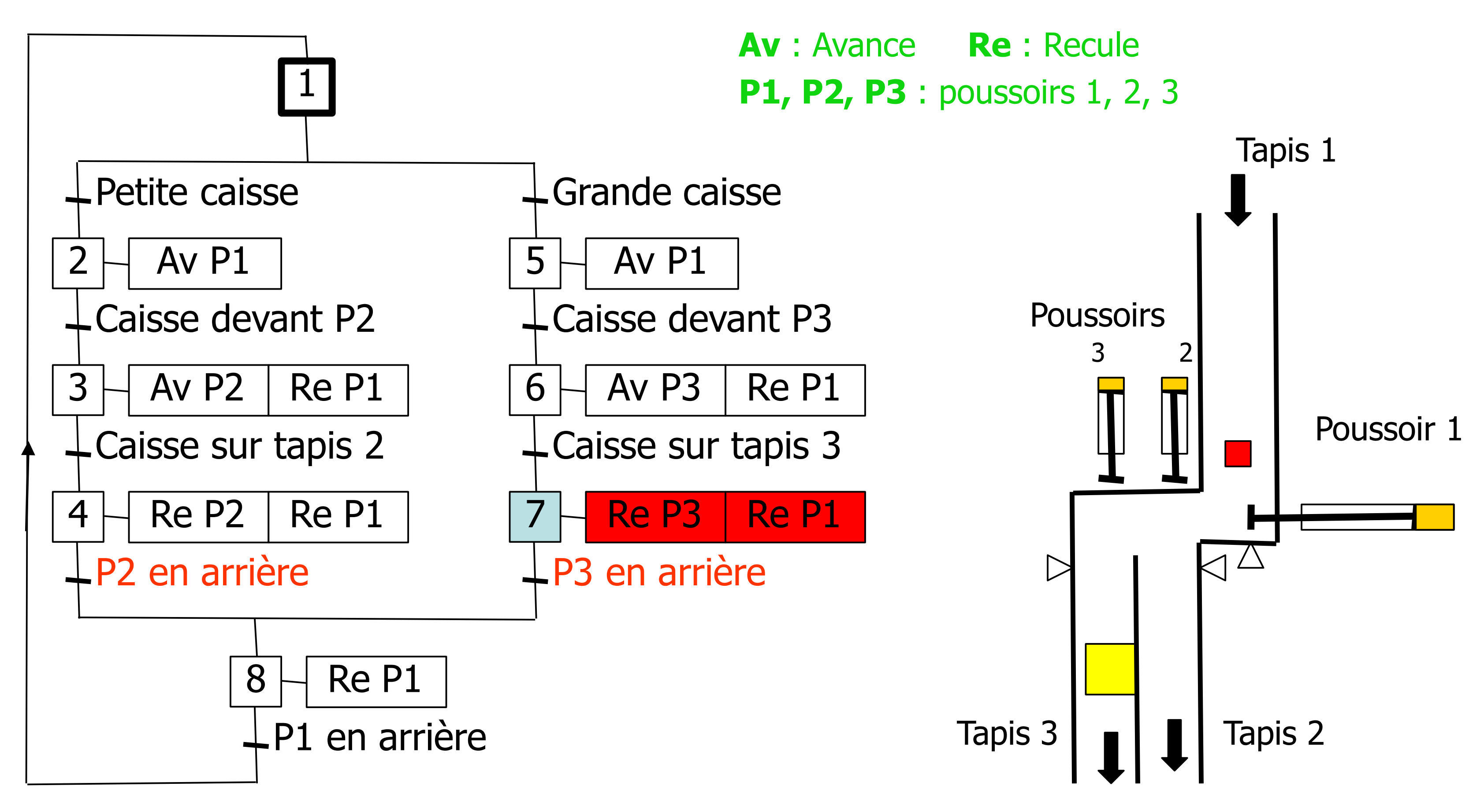
Exemple avec branchement OU (sélection de séquences)



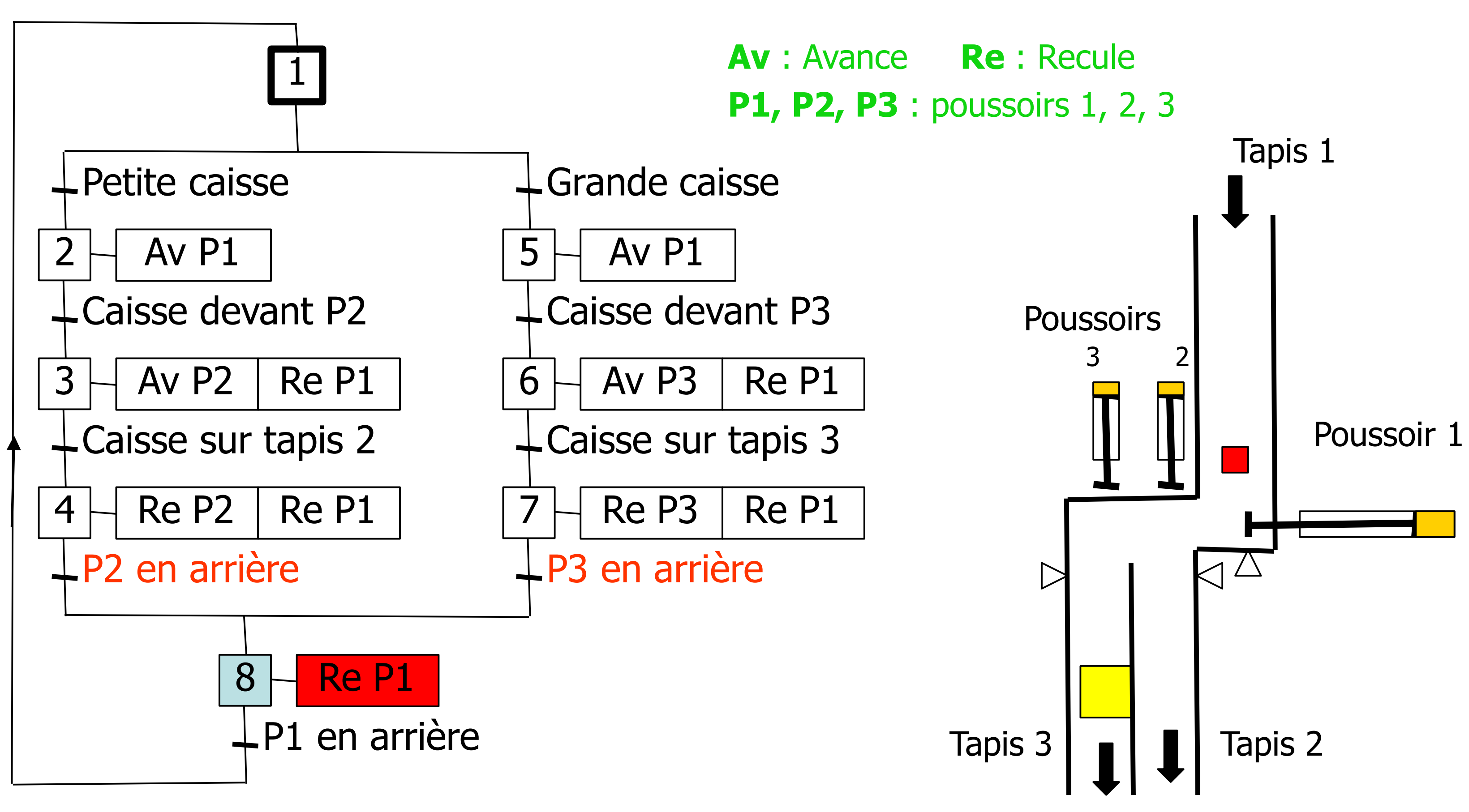
Exemple avec branchement OU (sélection de séquences)

Av : Avance **Re** : Recule

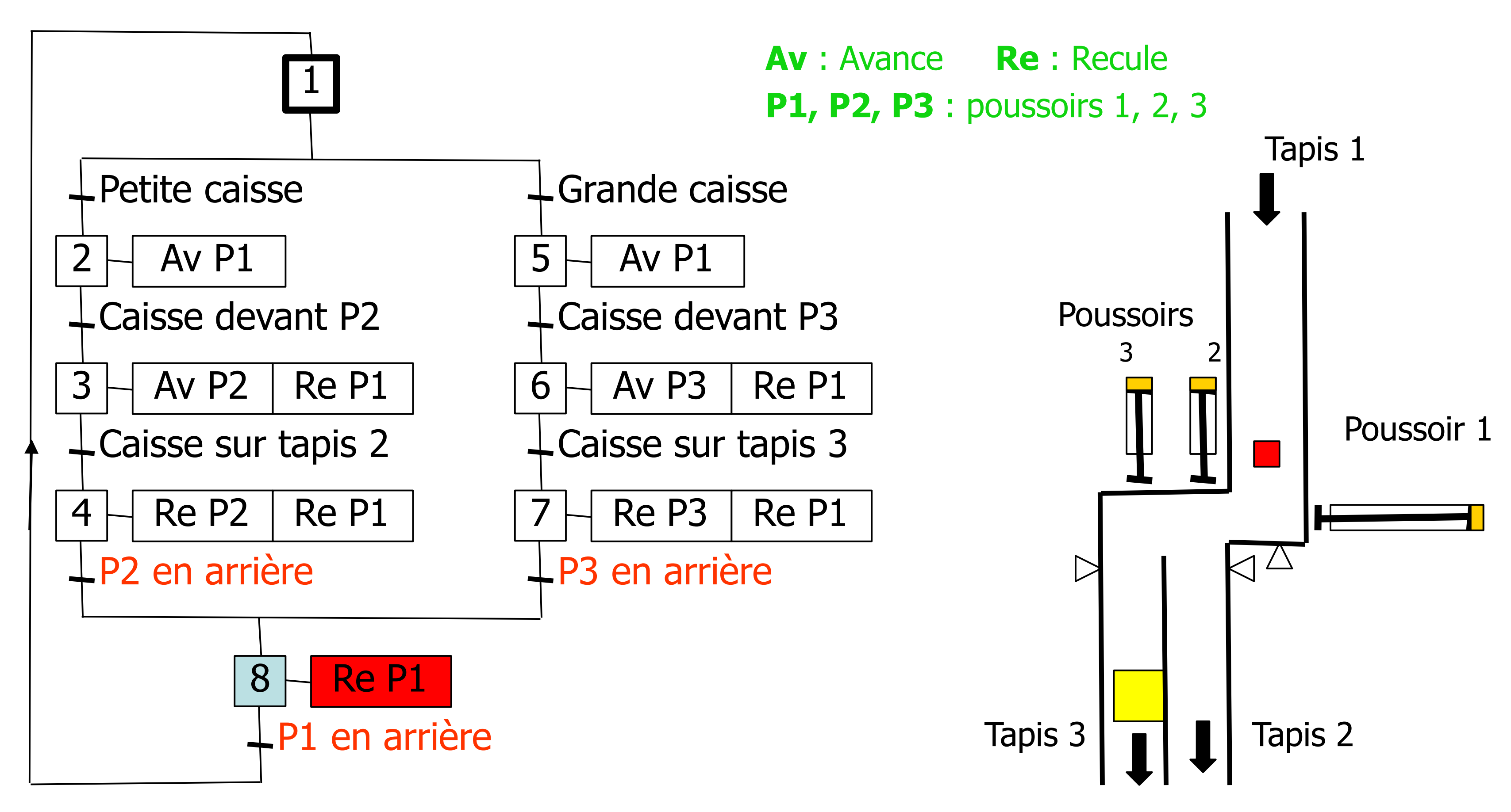
P1, P2, P3 : poussoirs 1, 2, 3



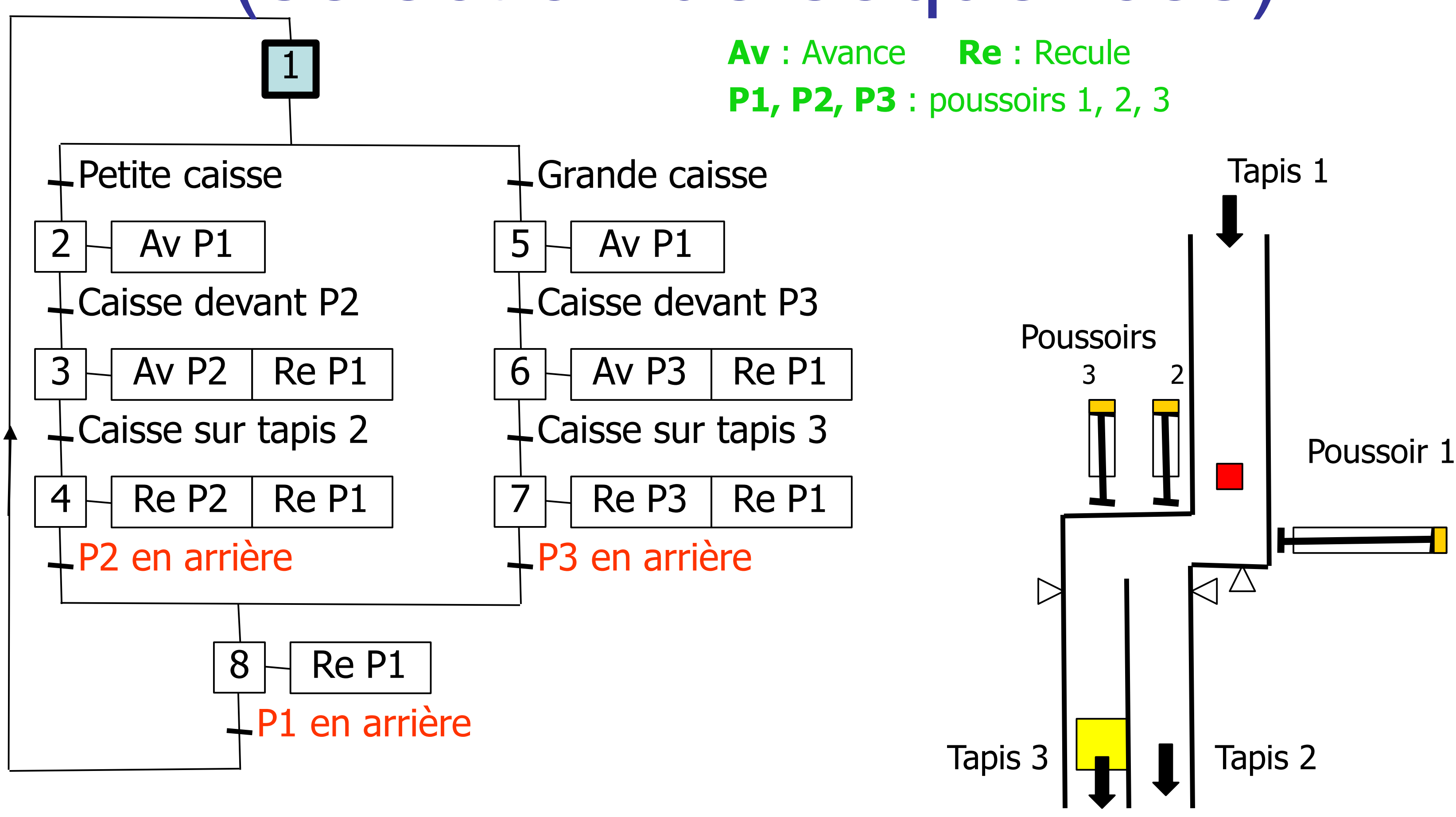
Exemple avec branchement OU (sélection de séquences)



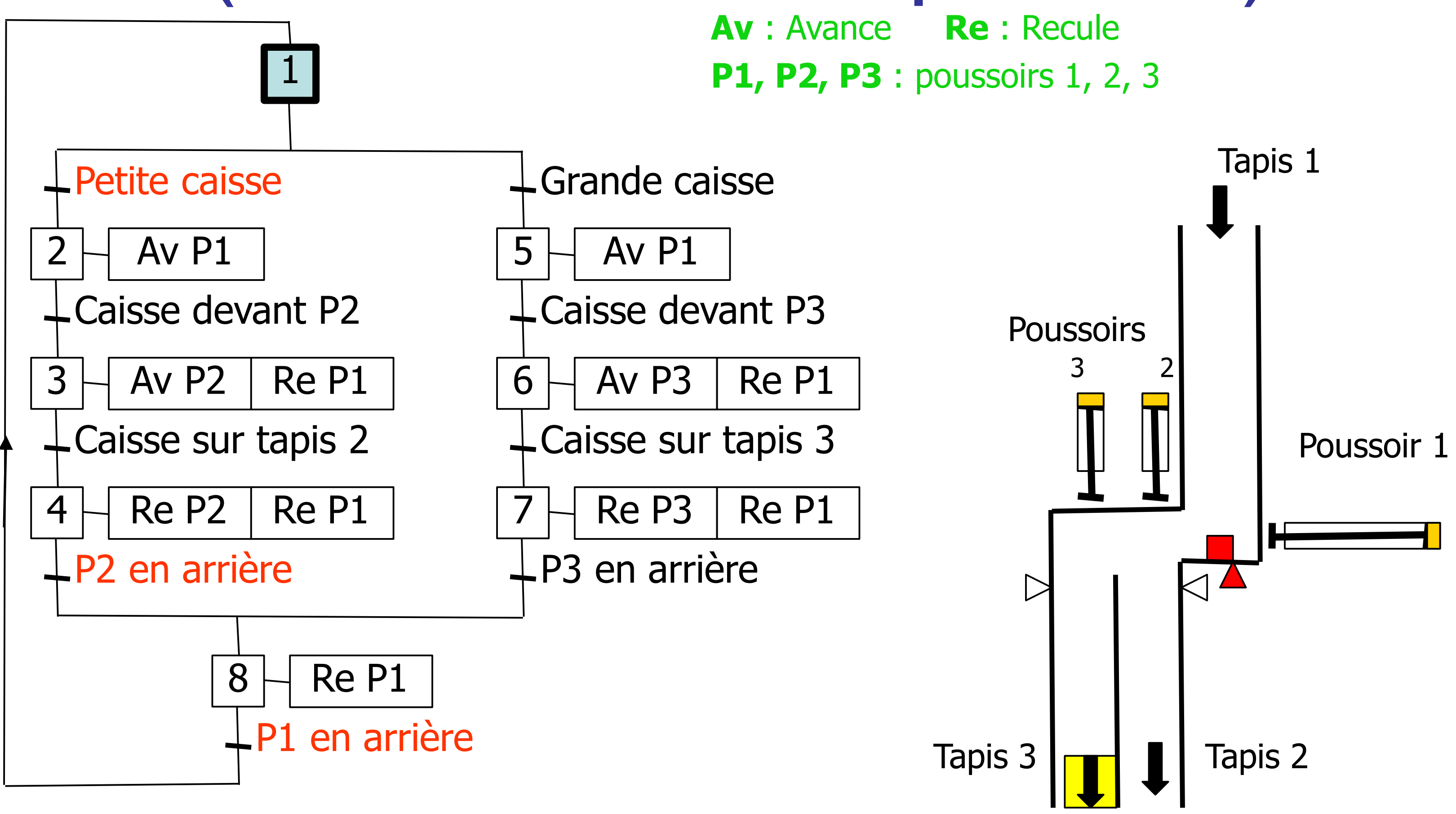
Exemple avec branchement OU (sélection de séquences)



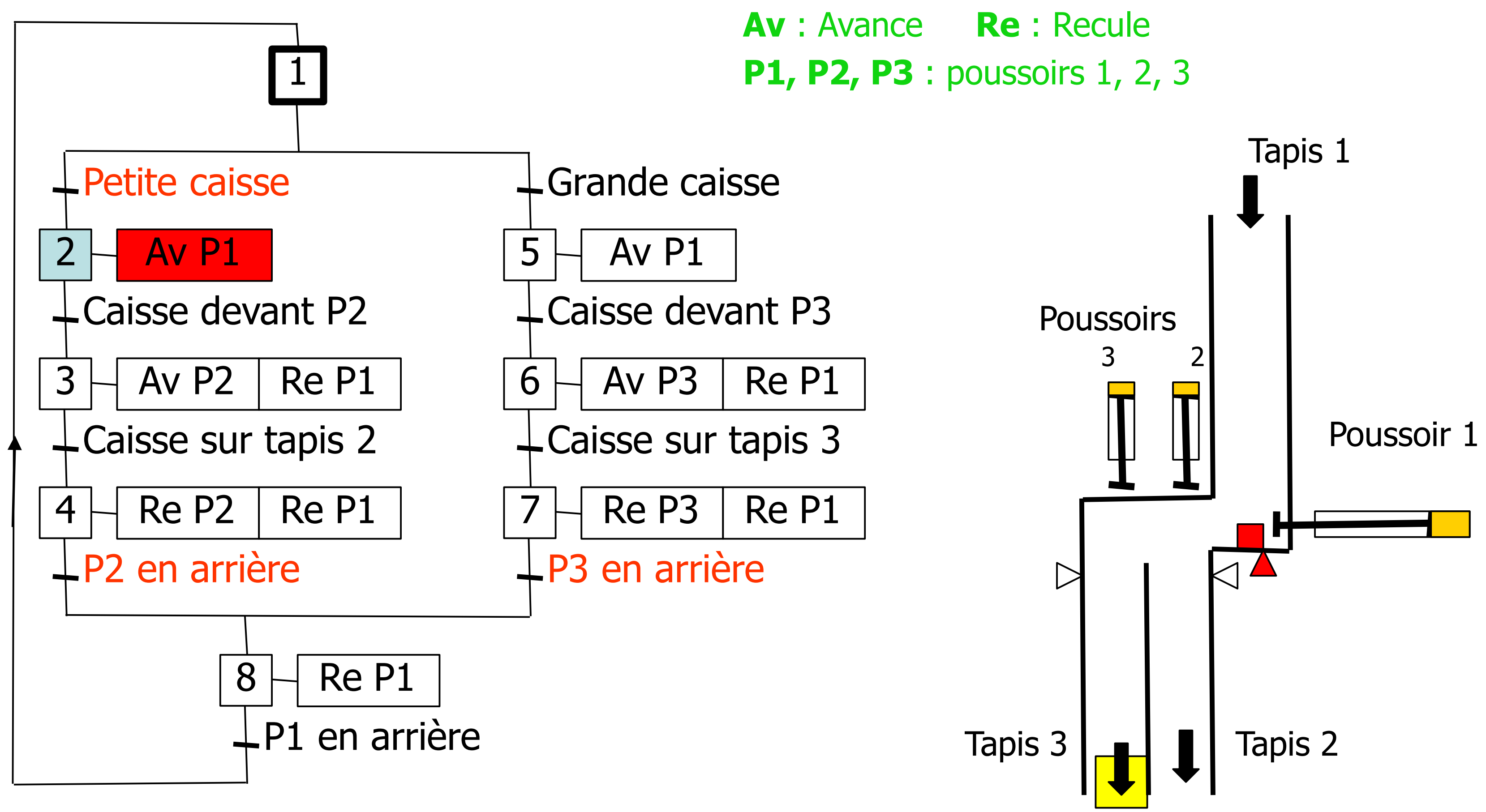
Exemple avec branchement OU (sélection de séquences)



Exemple avec branchement OU (sélection de séquences)

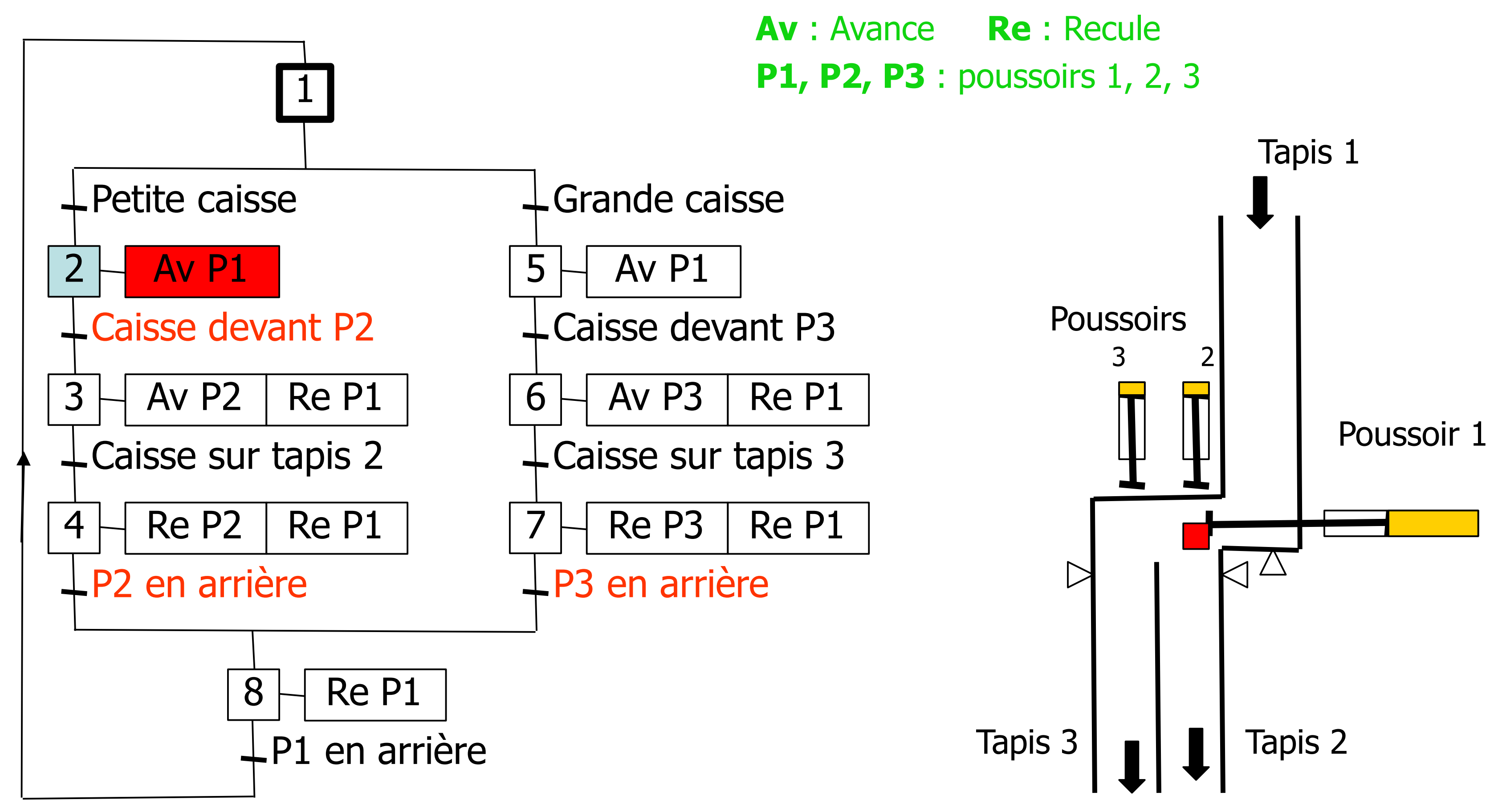


Exemple avec branchement OU (sélection de séquences)



Exemple avec branchement OU (sélection de séquences)

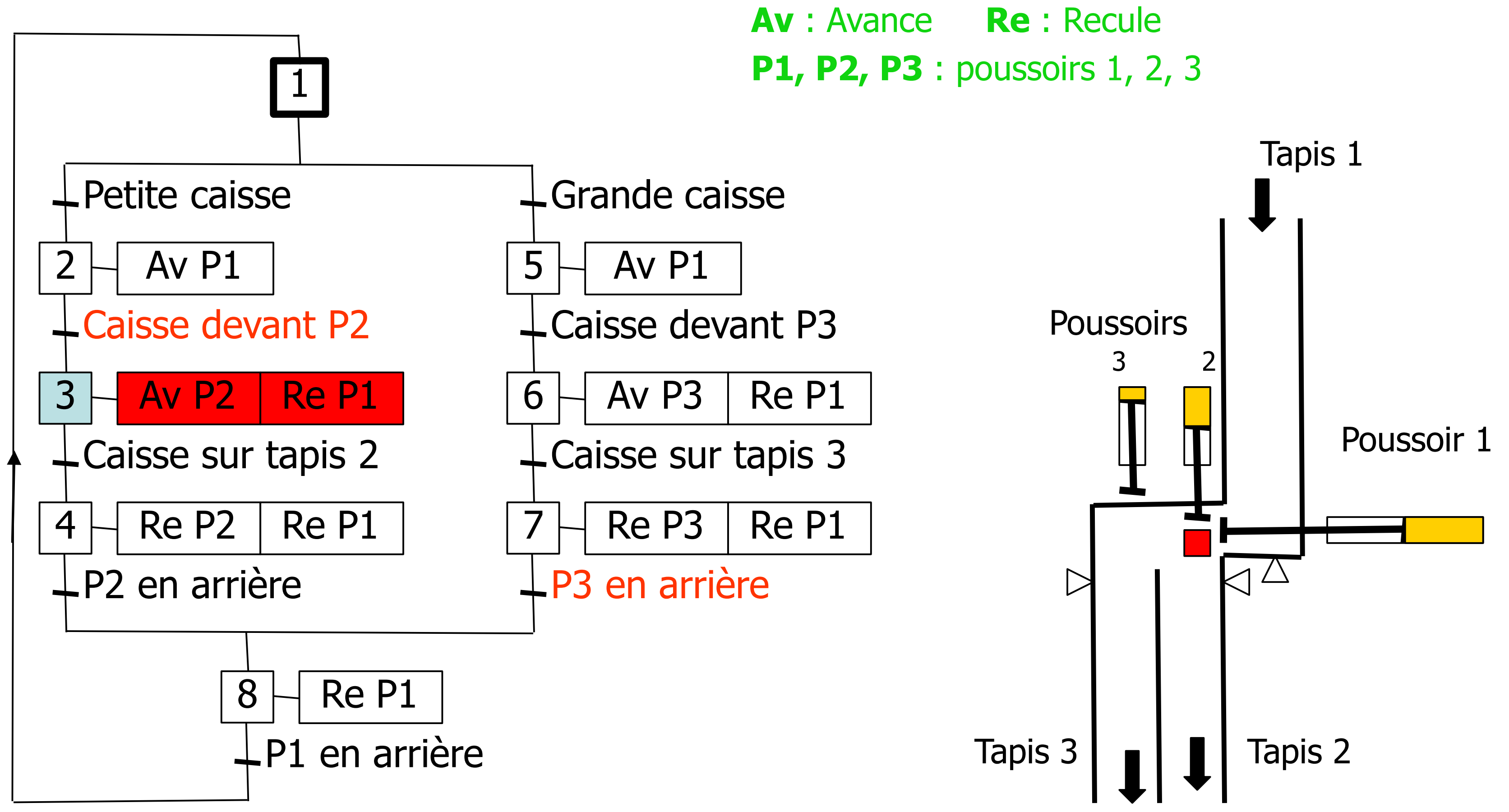
Av : Avance **Re** : Recule
P1, P2, P3 : poussoirs 1, 2, 3



Exemple avec branchement OU (sélection de séquences)

Av : Avance **Re** : Recule

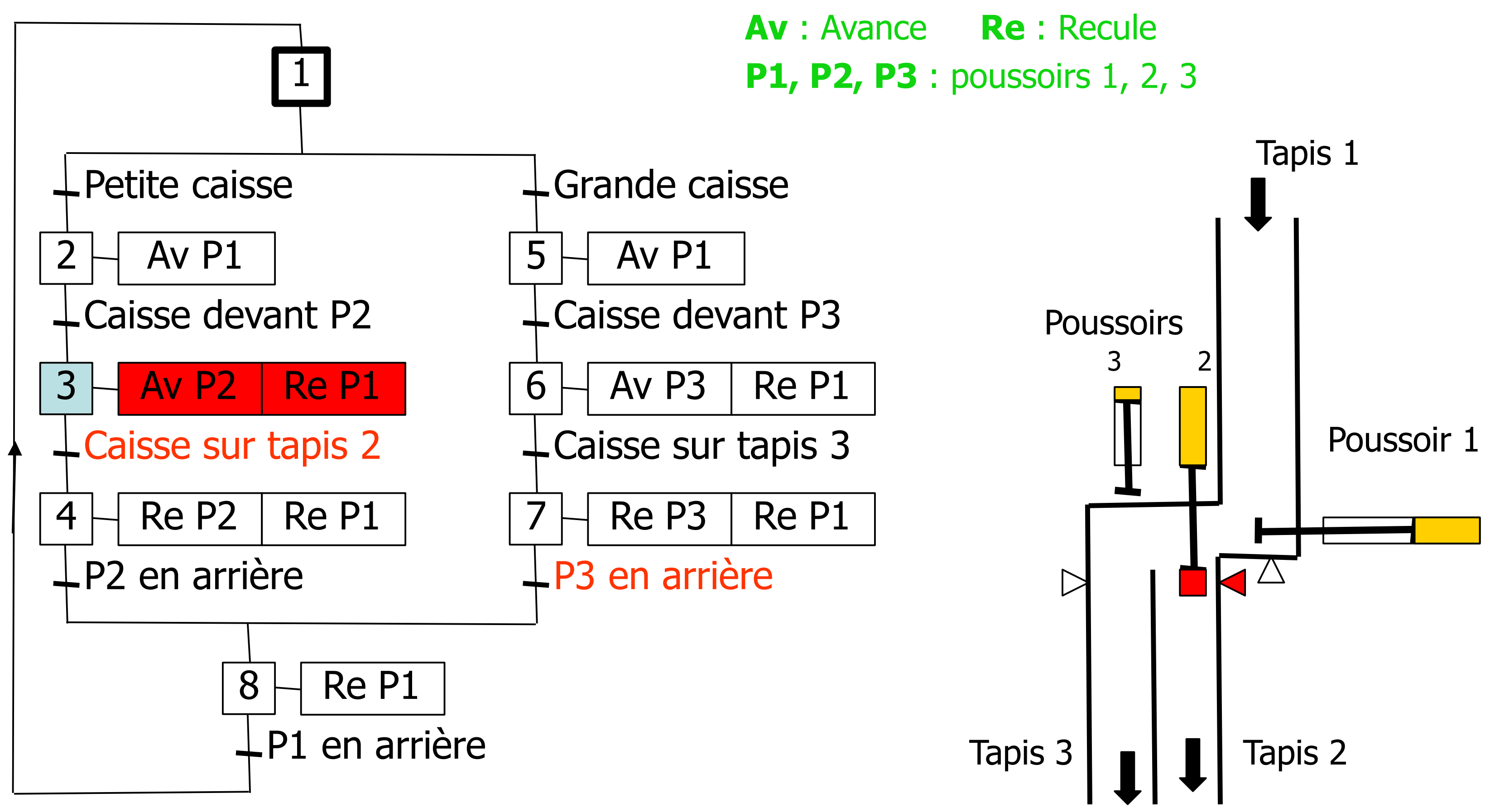
P1, P2, P3 : poussoirs 1, 2, 3



Exemple avec branchement OU (sélection de séquences)

Av : Avance **Re** : Recule

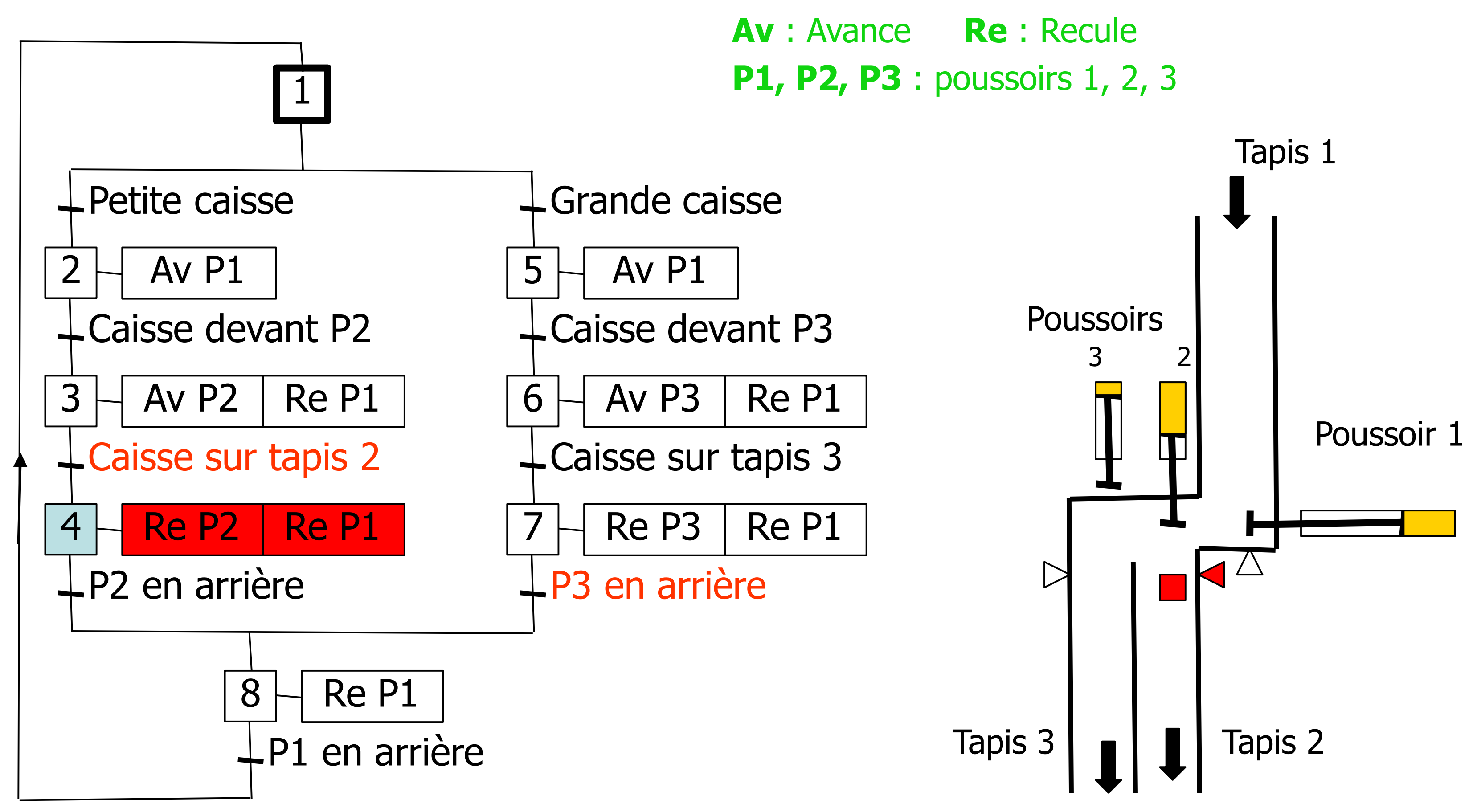
P1, P2, P3 : poussoirs 1, 2, 3



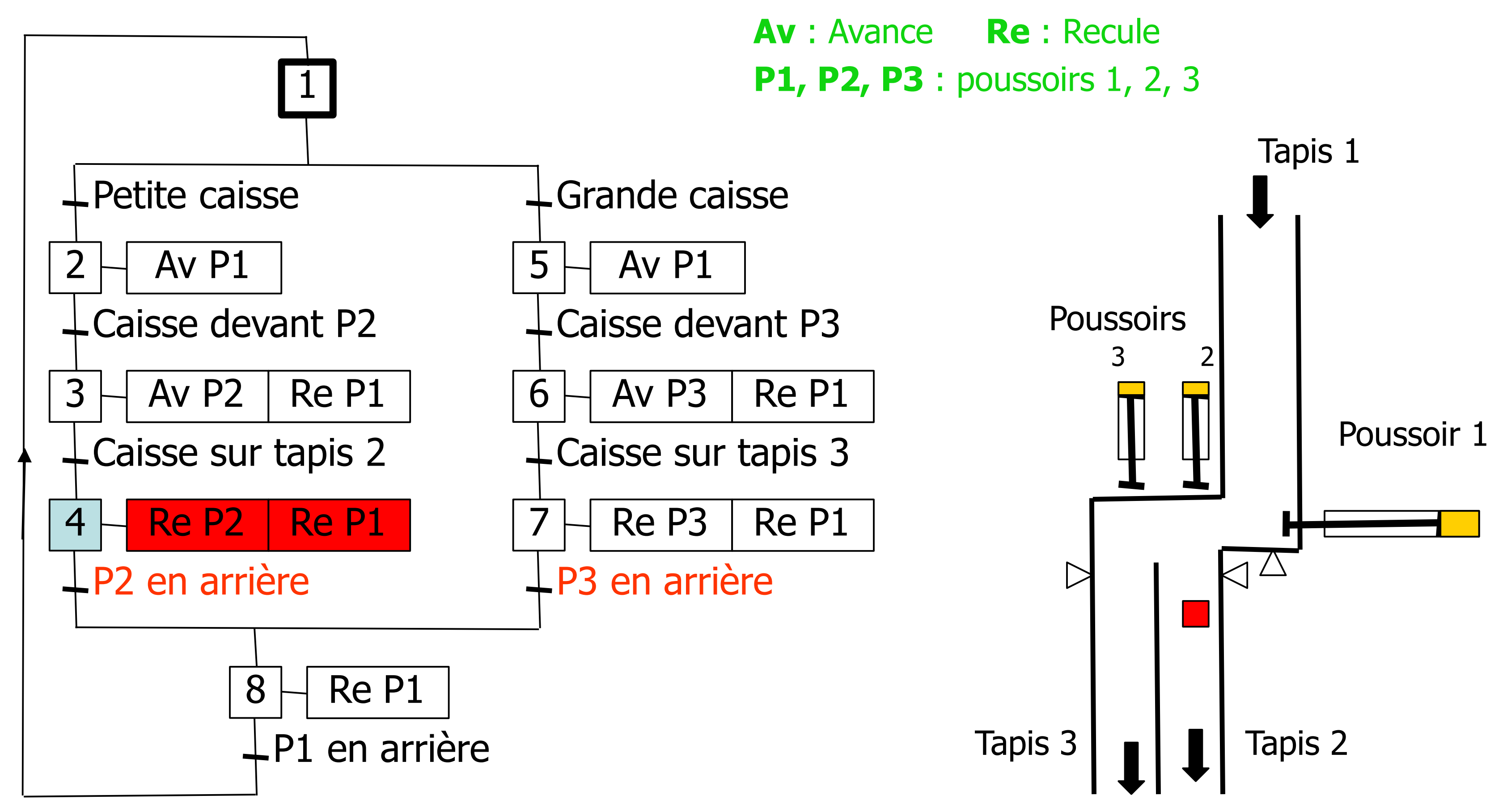
Exemple avec branchement OU (sélection de séquences)

Av : Avance **Re** : Recule

P1, P2, P3 : poussoirs 1, 2, 3



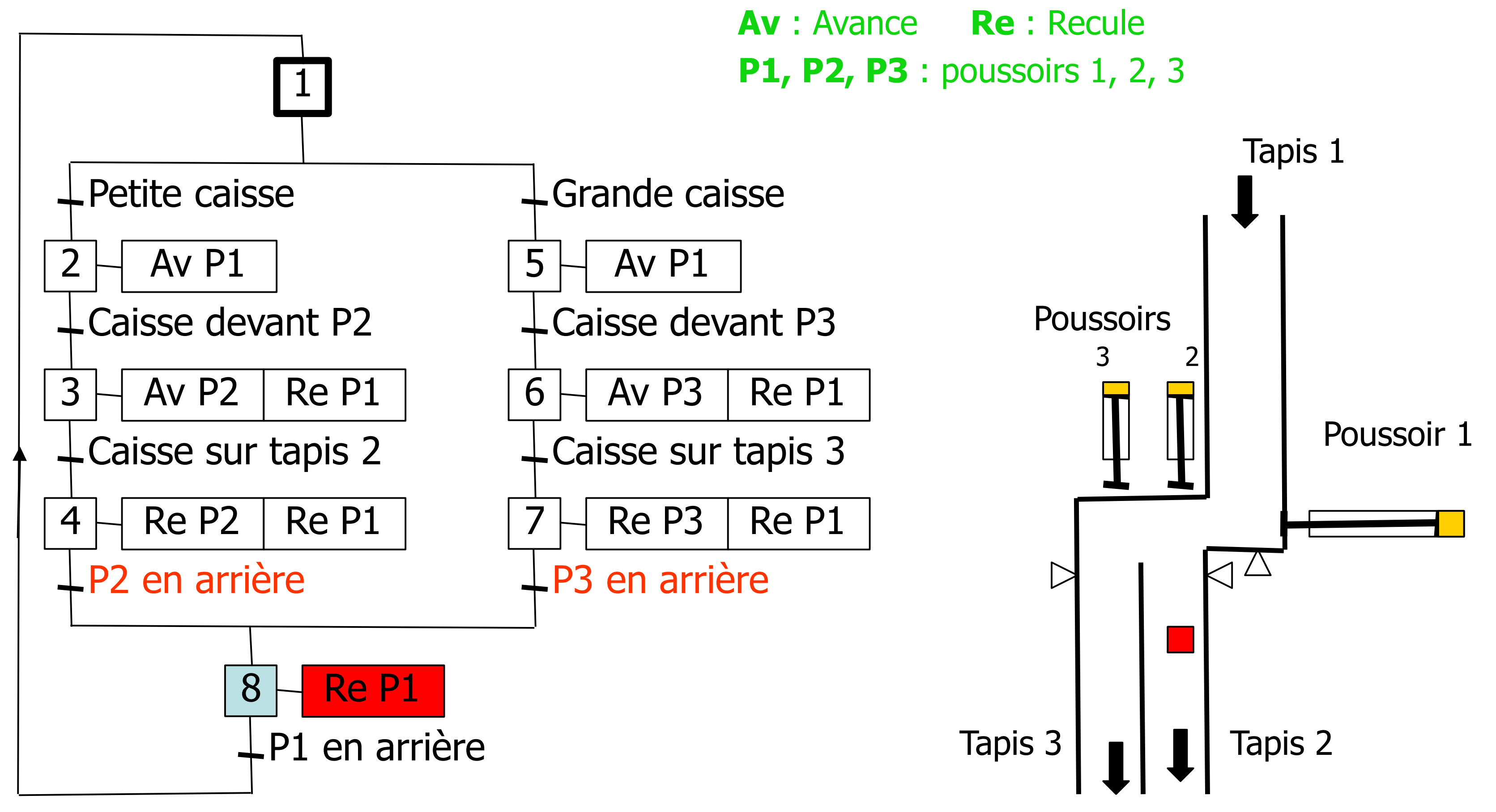
Exemple avec branchement OU (sélection de séquences)



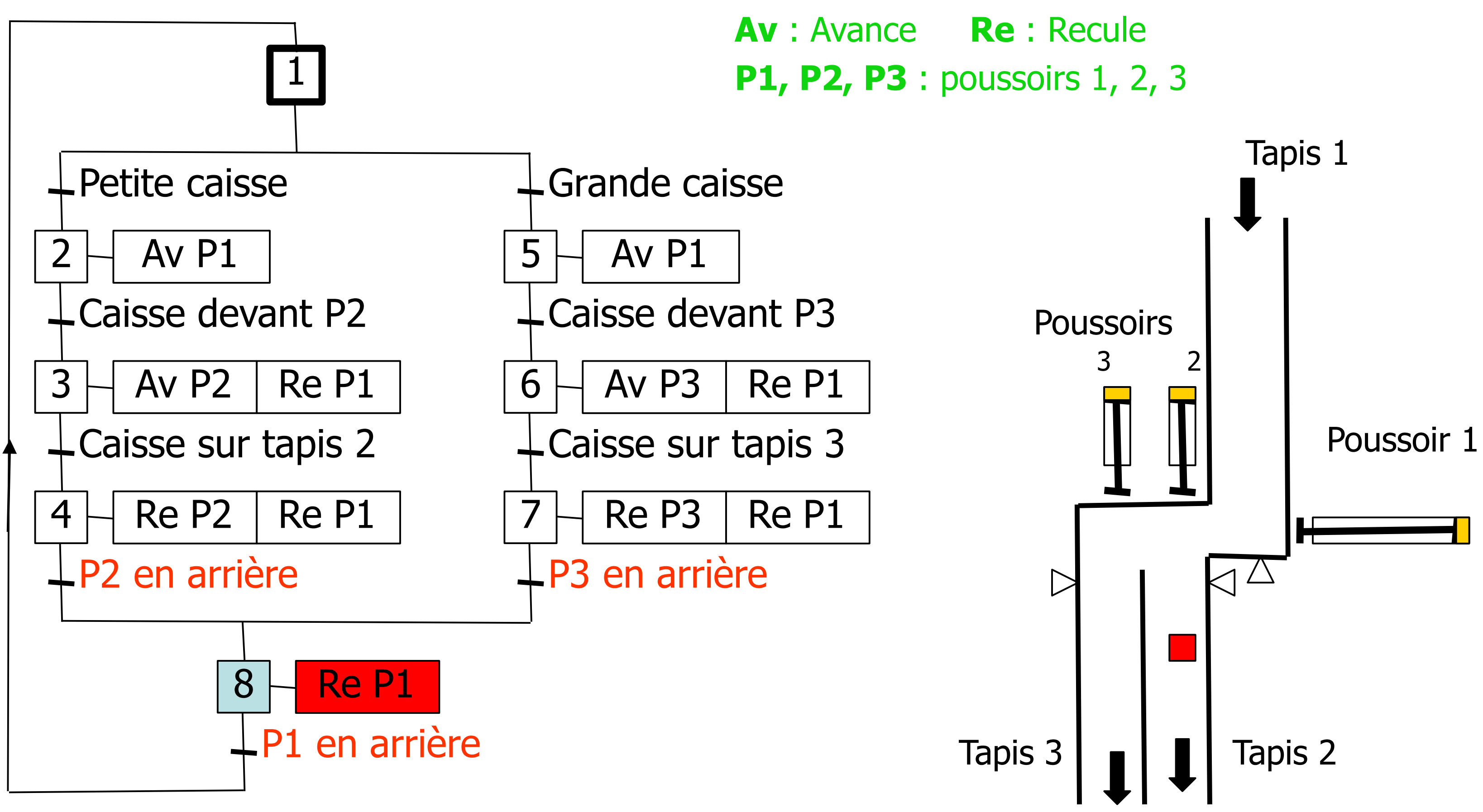
Exemple avec branchement OU (sélection de séquences)

Av : Avance **Re** : Recule

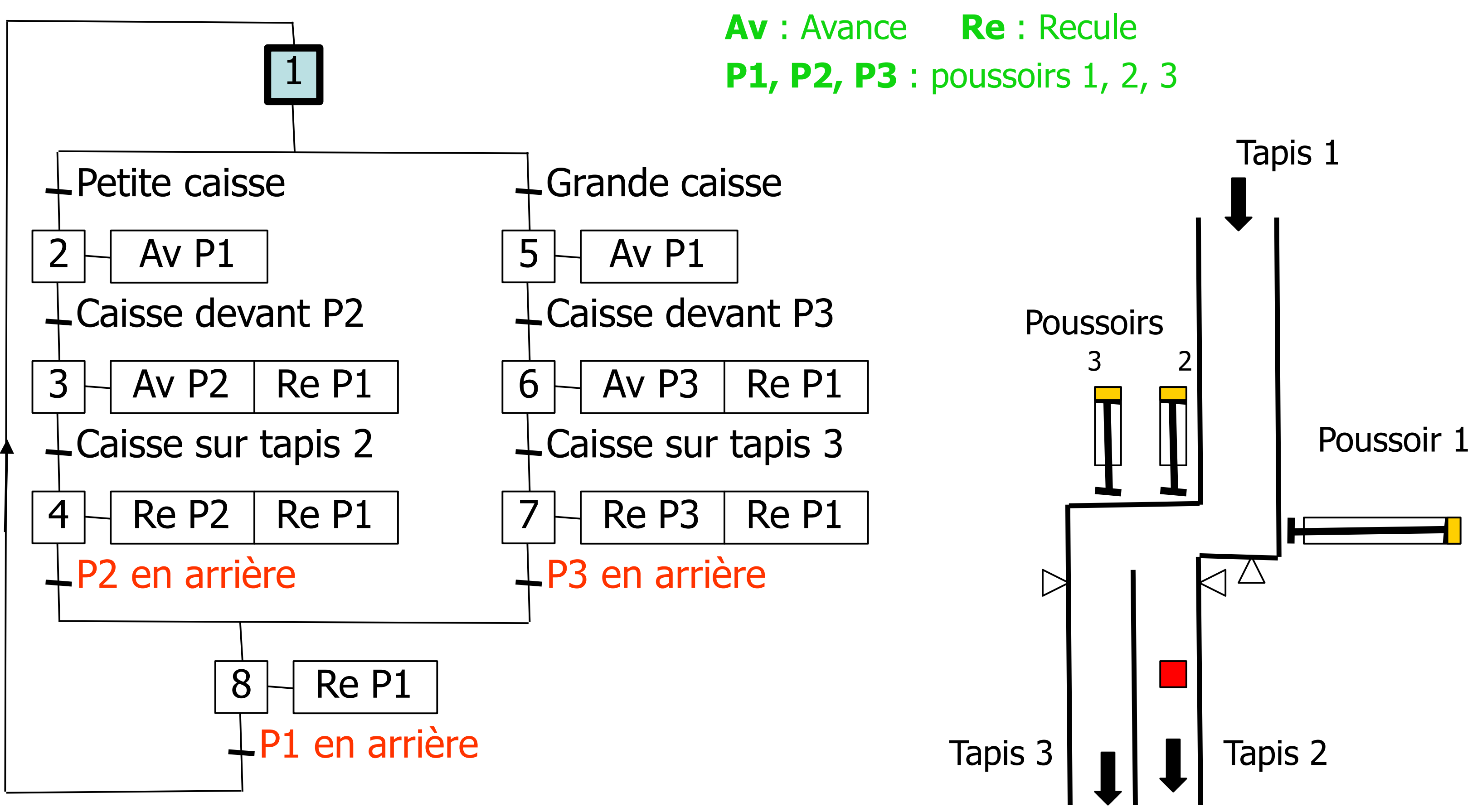
P1, P2, P3 : poussoirs 1, 2, 3



Exemple avec branchement OU (sélection de séquences)



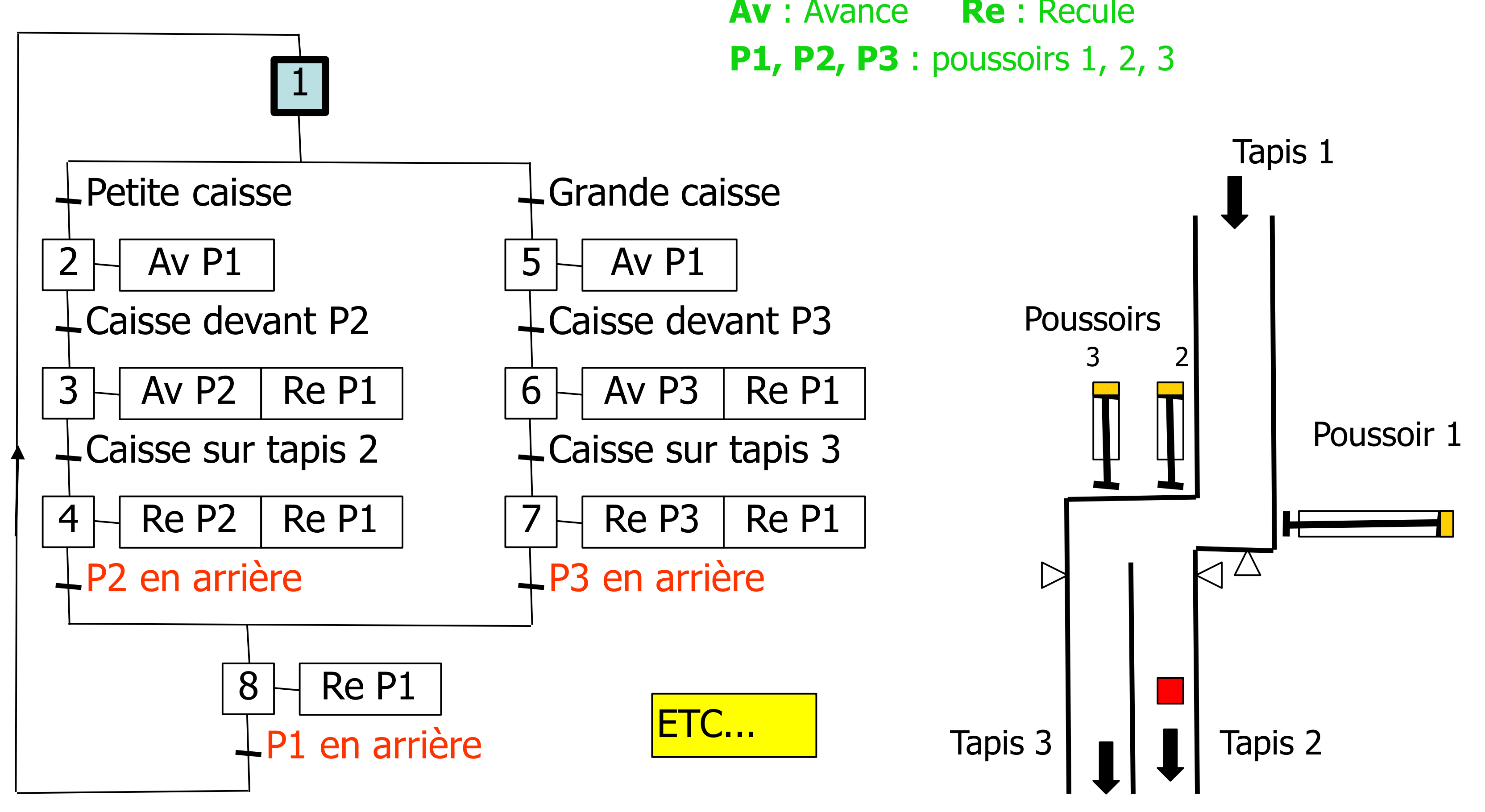
Exemple avec branchement OU (sélection de séquences)



Exemple avec branchement OU (sélection de séquences)

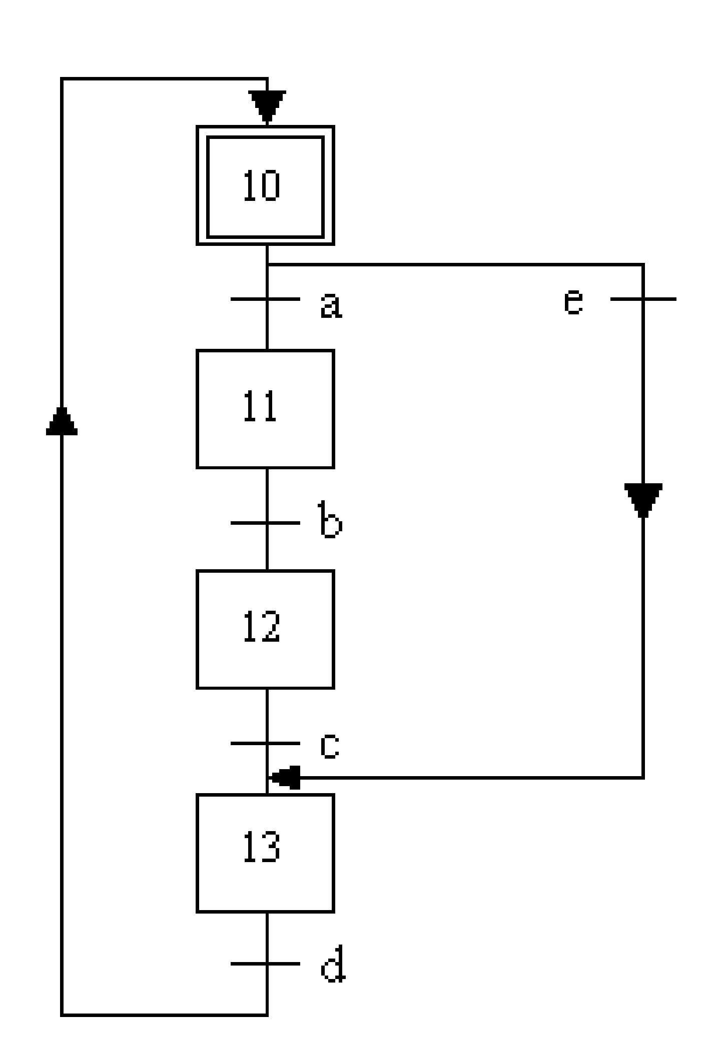
Av : Avance **Re** : Recule

P1, P2, P3 : poussoirs 1, 2, 3



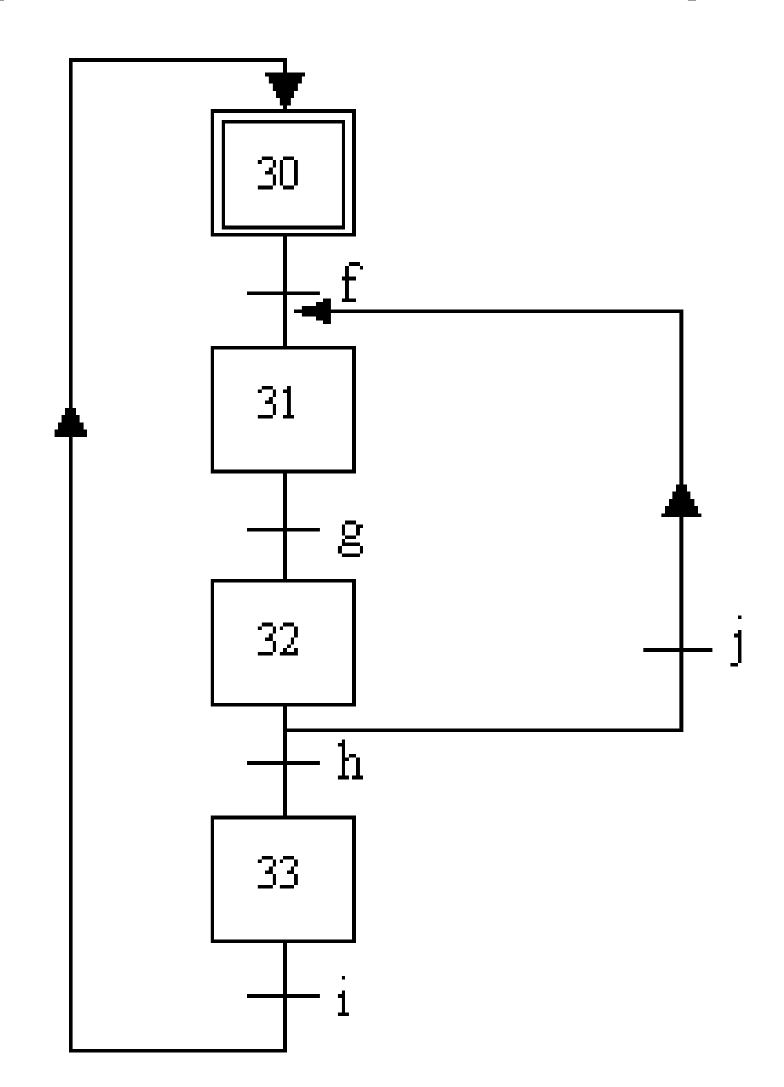
Saut en avant (saut de phase)

Le saut en avant permet de sauter une ou plusieurs étapes
lorsque les actions à réaliser deviennent inutiles.



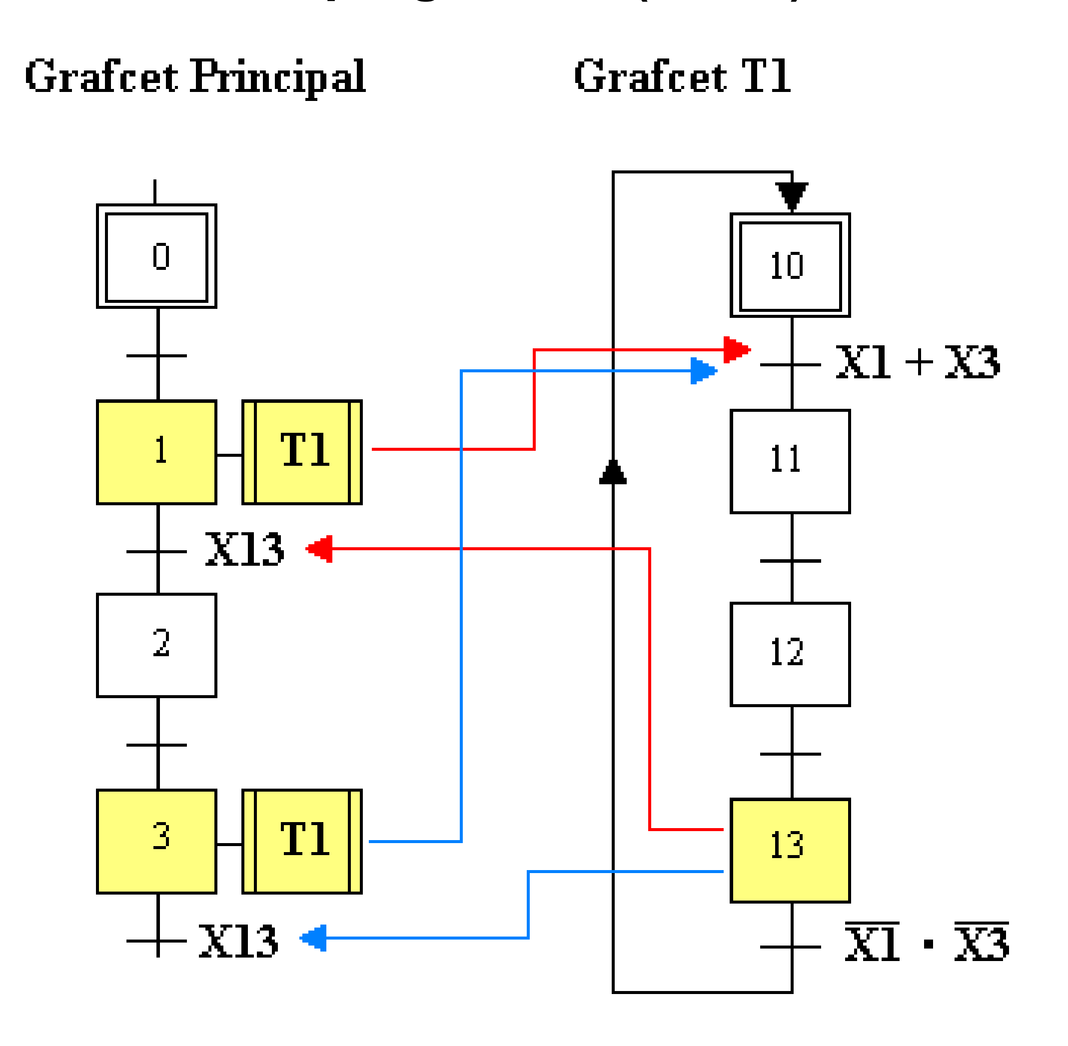
Saut en arrière (reprise de phase)

Le saut en arrière permet de reprendre une séquence lorsque les actions à réaliser sont répétitives.



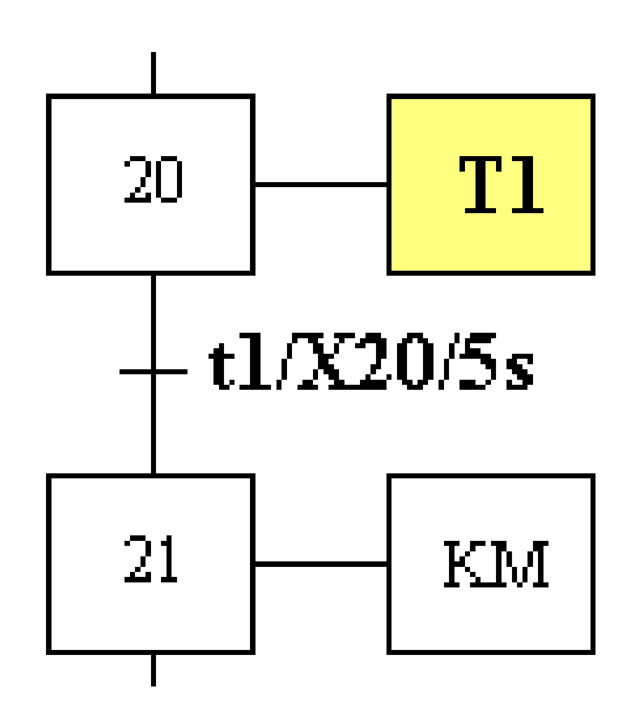
MACRO - REPRÉSENTATIONS

Sous-programme (tâche)



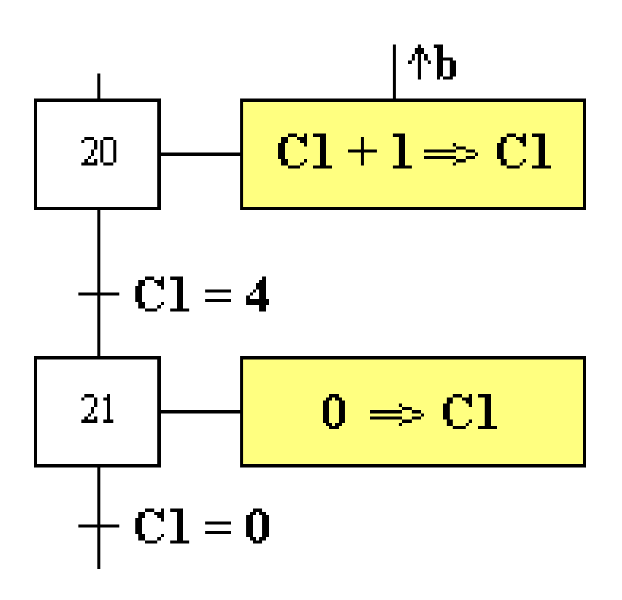
TEMPORISATIONS

La transition 20 - 21 est franchie lorsque la temporisation, démarrée à l'étape 20 est écoulée, soit au bout de 5s.

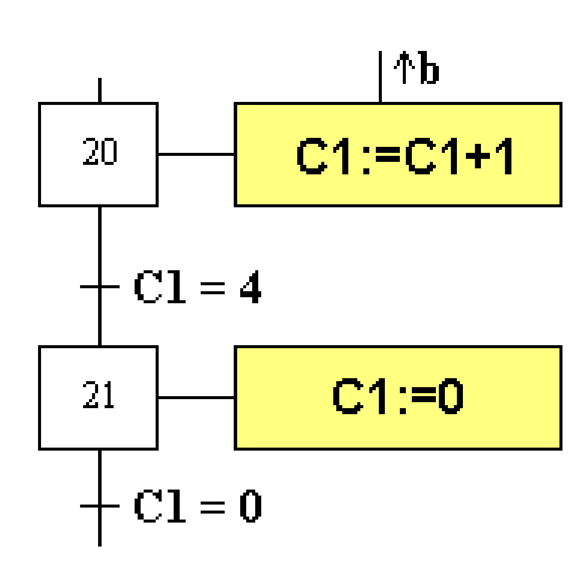


COMPTAGE

ancienne représentation:



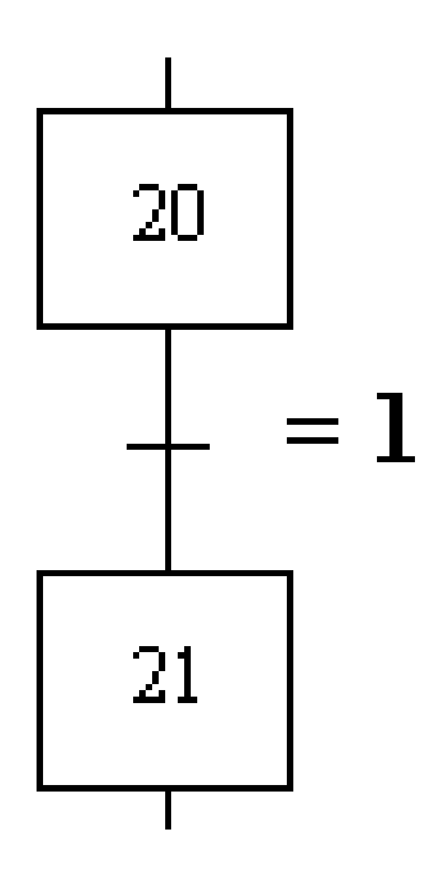
nouvelle représentation (affectation):



La transition 20 - 21 est franchie lorsque le contenu du compteur C1 est égal à 4.
Le compteur est incrémenté sur front montant du signal b.
Il est mis à zéro à l'étape 21.

CAS PARTICULIERS

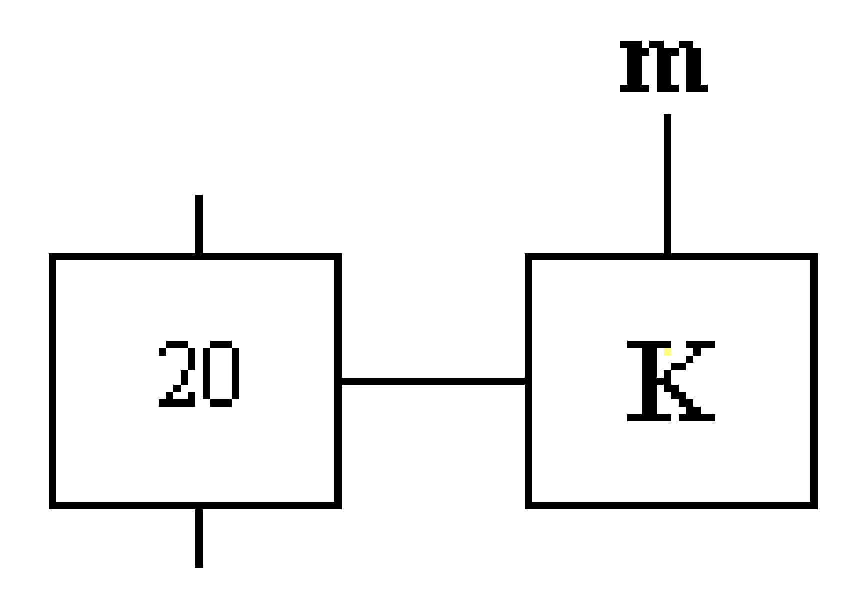
Réceptivité toujours vraie



Action conditionnelle

L'action K devient effective à l'étape 20,lorsque la condition m est vraie.

L'équation logique de K est K = X20 . m

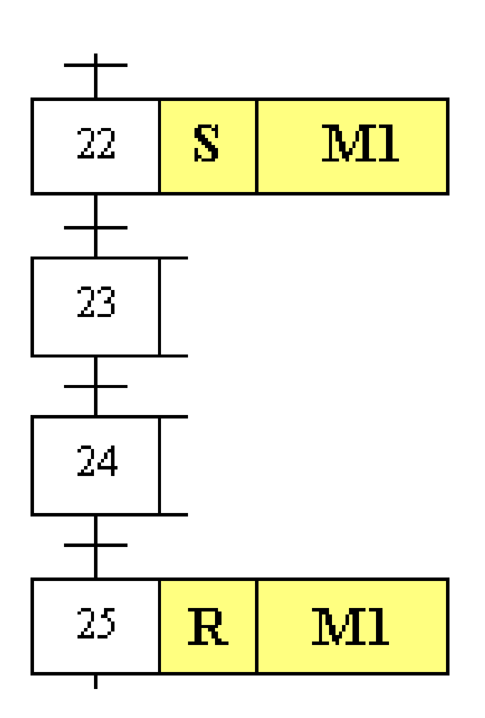


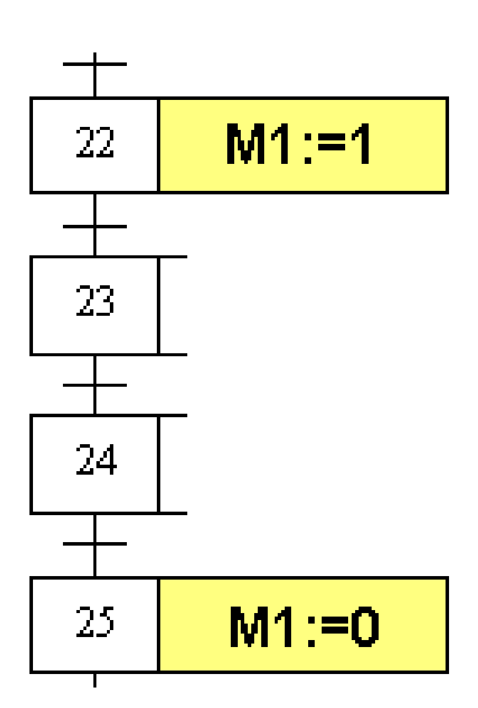
Action mémorisée

Ancienne représentation :
mise à 1 de l'action par la lettre S (set)

mise à 0 de l'action par la lettre R (reset)

Nouvelle représentation (**affectation**) :

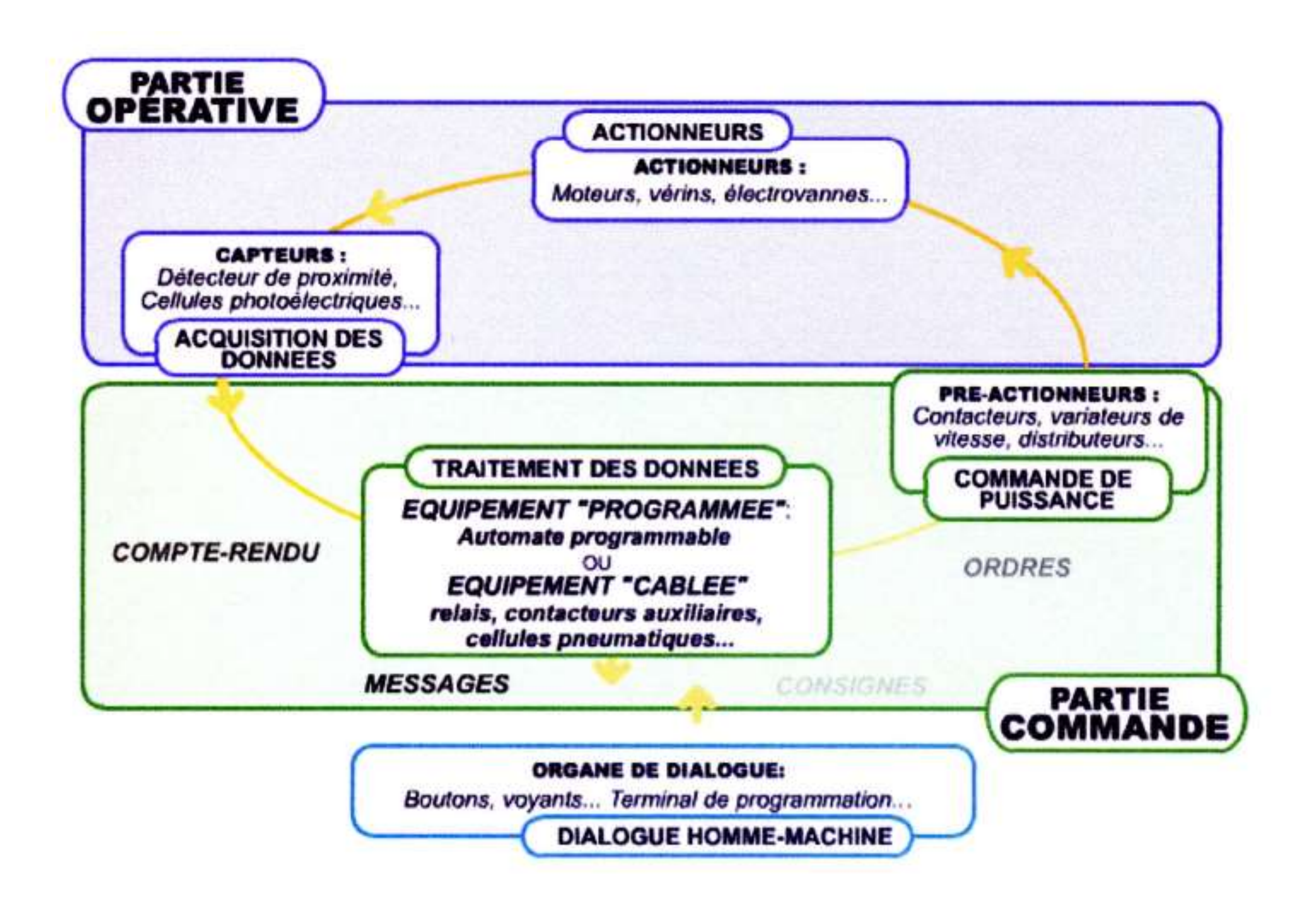




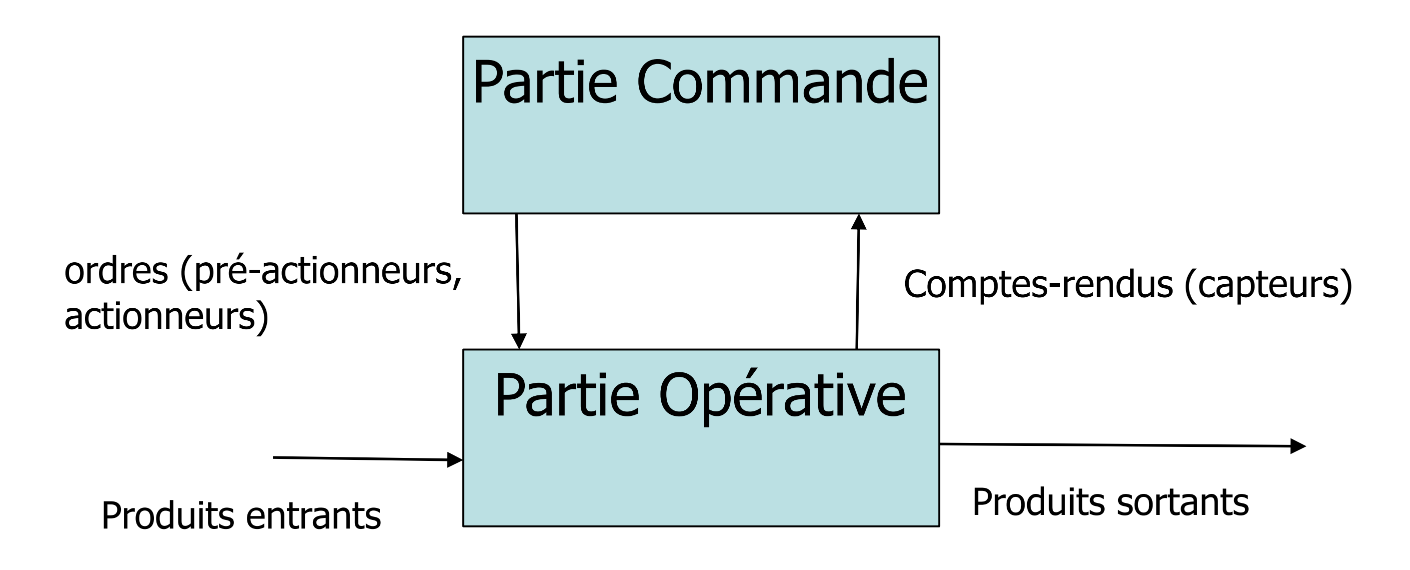
L'action M1 est active aux étapes 22, 23 et 24.

RAPPELS SUR LA NOTION DE POINT DE VUE

Constitution générale d’un Système Automatisé de Production.



Description d’un SAP





- L’Automaticien décompose le SAP en 2 parties : PO et PC

Capteurs


Capteur de proximité à ultrasons


Capteur de niveau de liquide

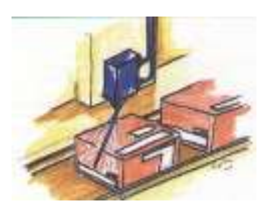

Bouton poussoir


Capteur d'humidité


Cellule photoélectrique


Détecteur de gaz


Détecteur de choc


Capteur à contact


Bouton d'arrêt d'urgence

Les actionneurs


Moteur pas à pas

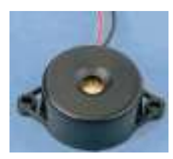

Afficheur 7 segments


Voyants


Electrovanne


Vérin rotatif

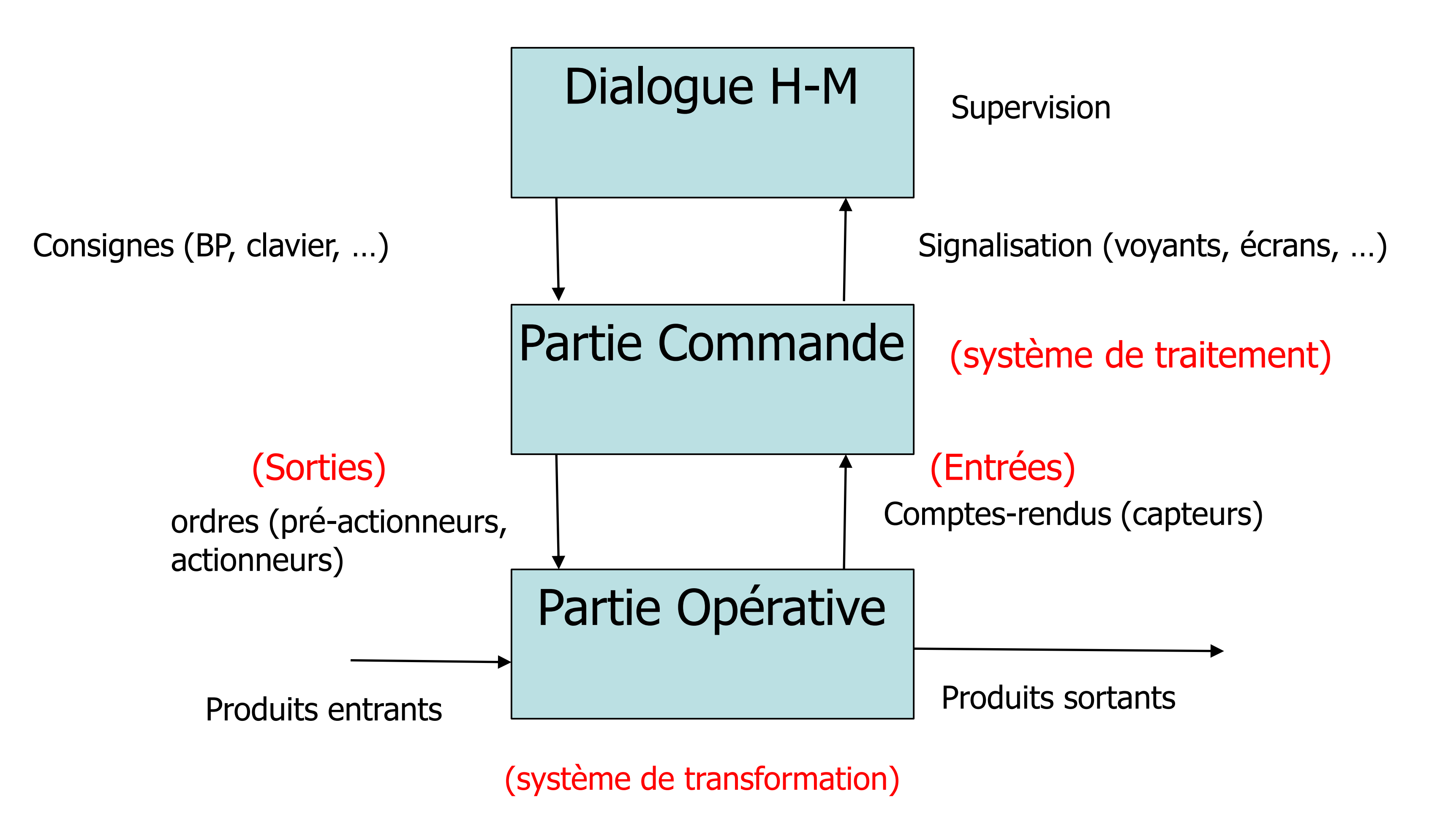

Ventilateur


Buzzer


Vérin


Résistance chauffante

Description d'un SAP



Introduction

Les avantages du GRAFCET ?

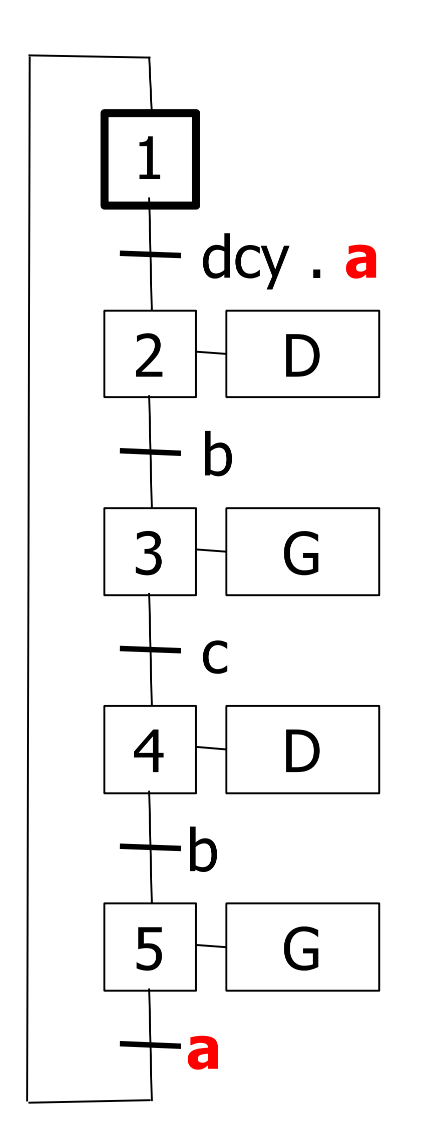
il est indépendant de la ***matérialisation technologique***

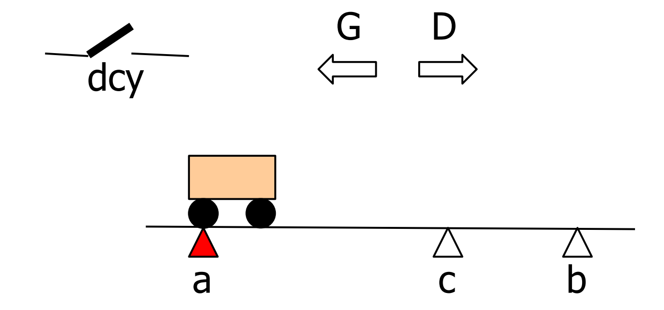
il traduit de façon cohérente le ***cahier des charges***

il est bien adapté à la complexité des ***systèmes automatisés***

il est bien adapté à la **spécification, conception et réalisation**

Exemple d'application





Cahier des charges:

Après l'ordre de départ cycle « dcy », le chariot part jusque b, revient en c, repart en b puis rentre en a

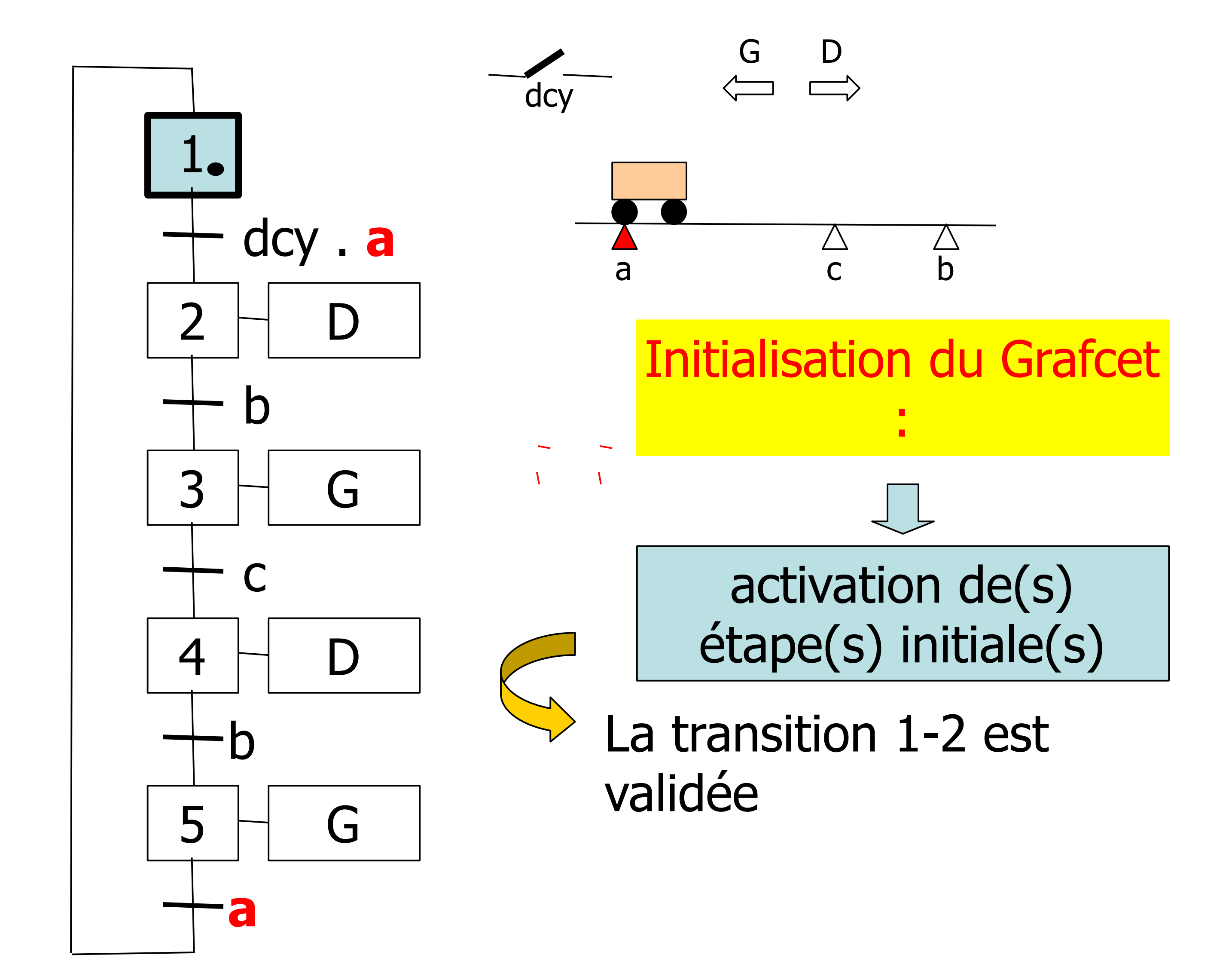
Capteurs:

- a : chariot à gauche
- b : chariot à droite

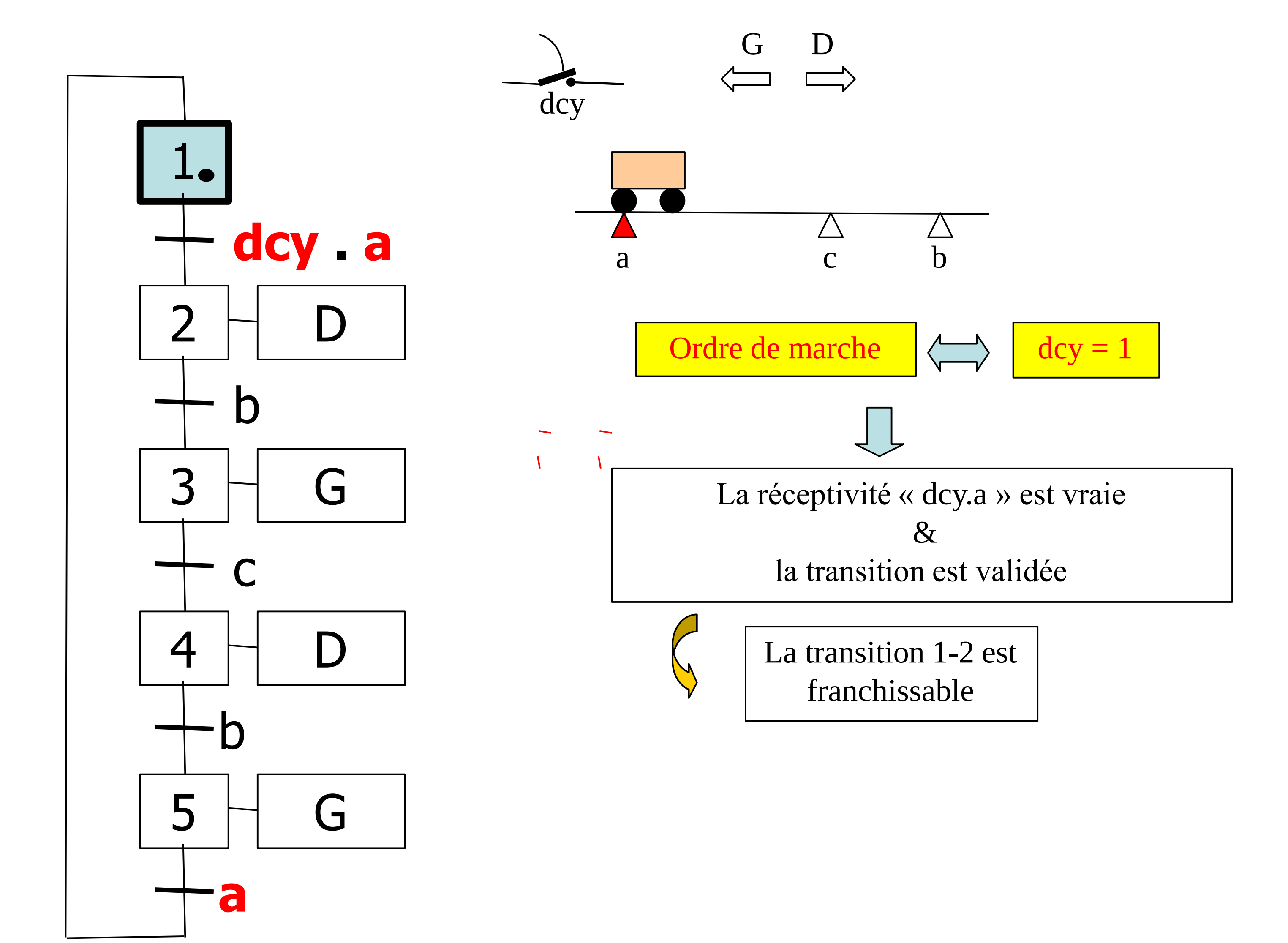
Actionneurs:

- D : aller à droite
- G : aller à gauche

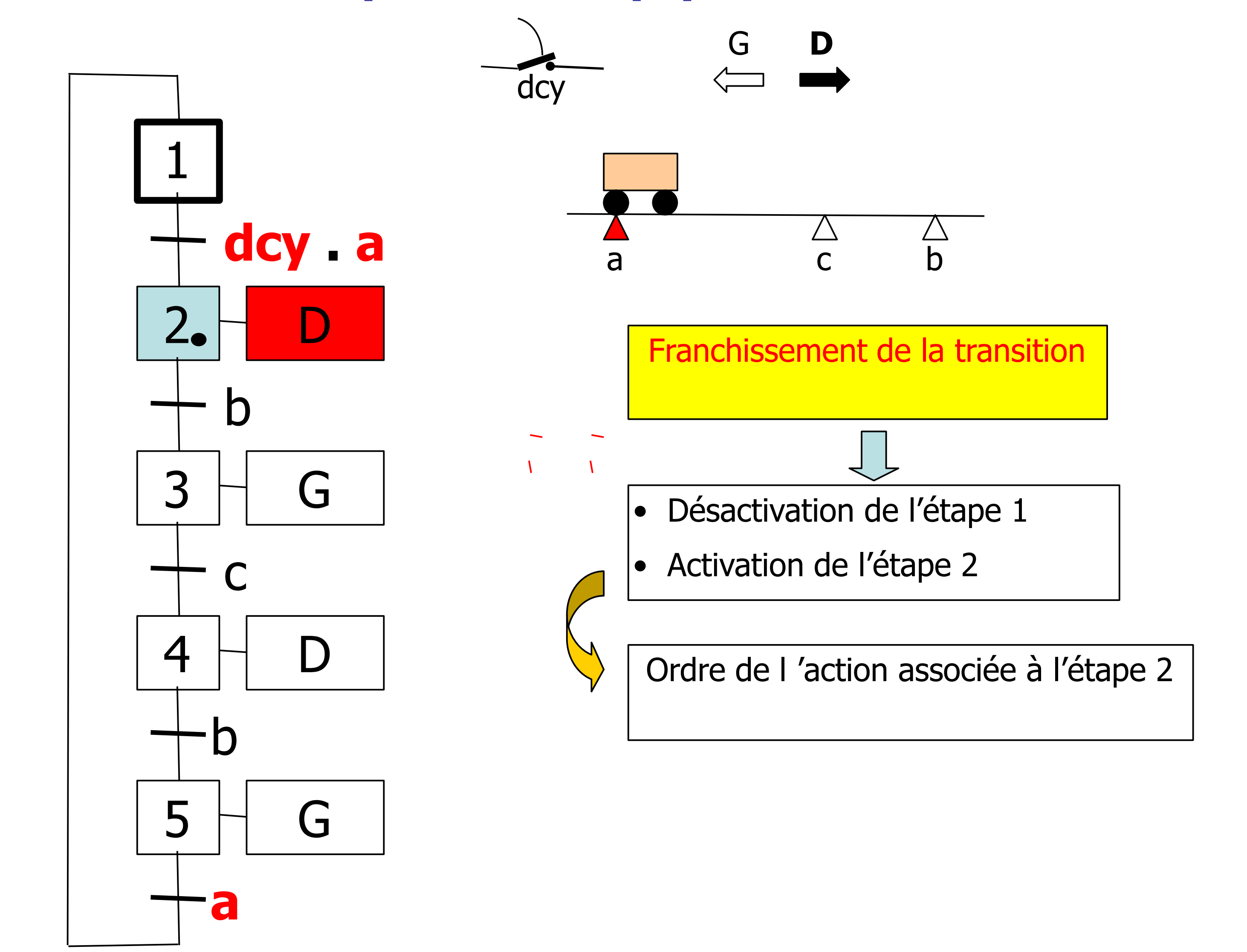
Exemple d’application



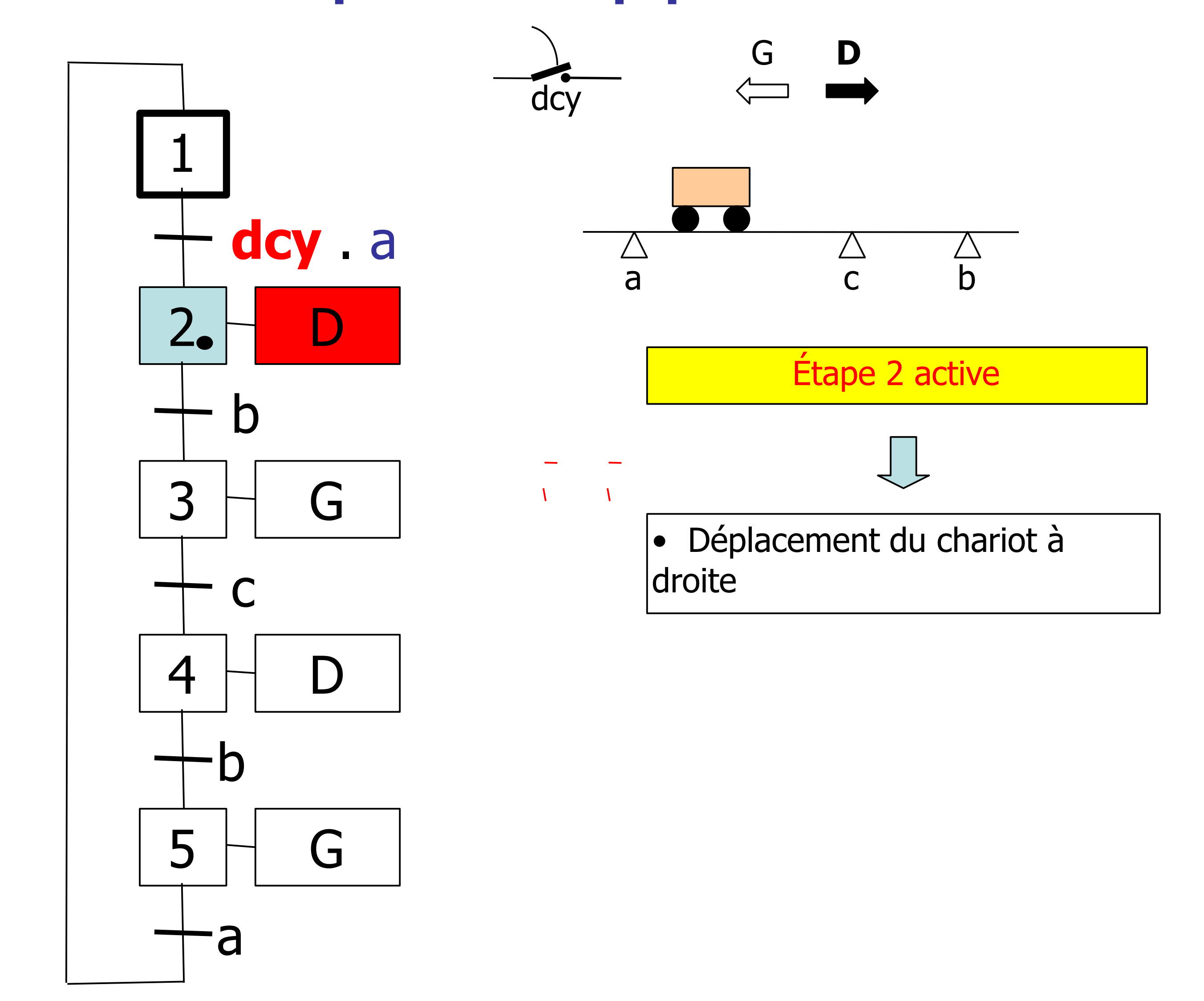
Exemple d'application



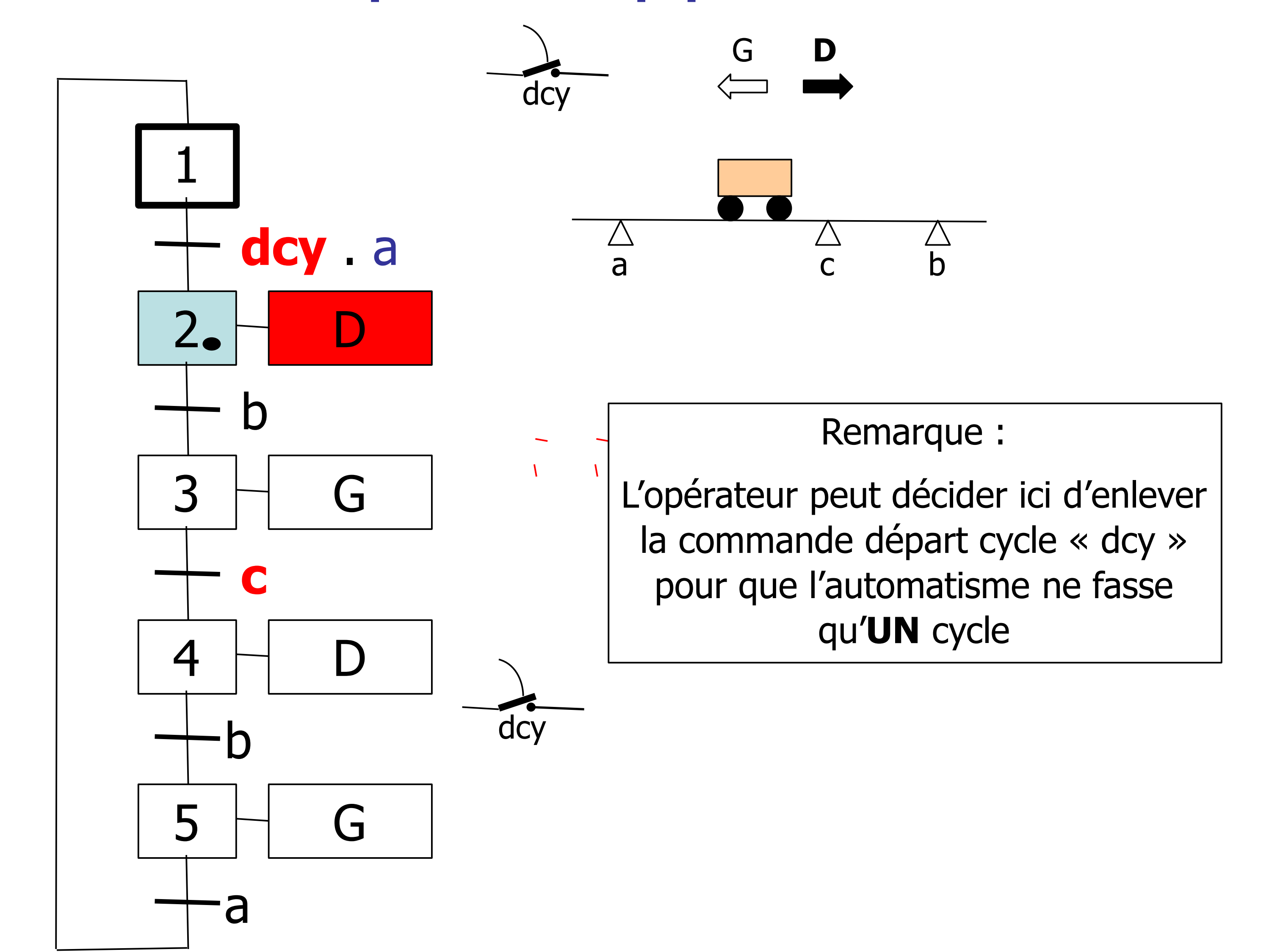
Exemple d’application



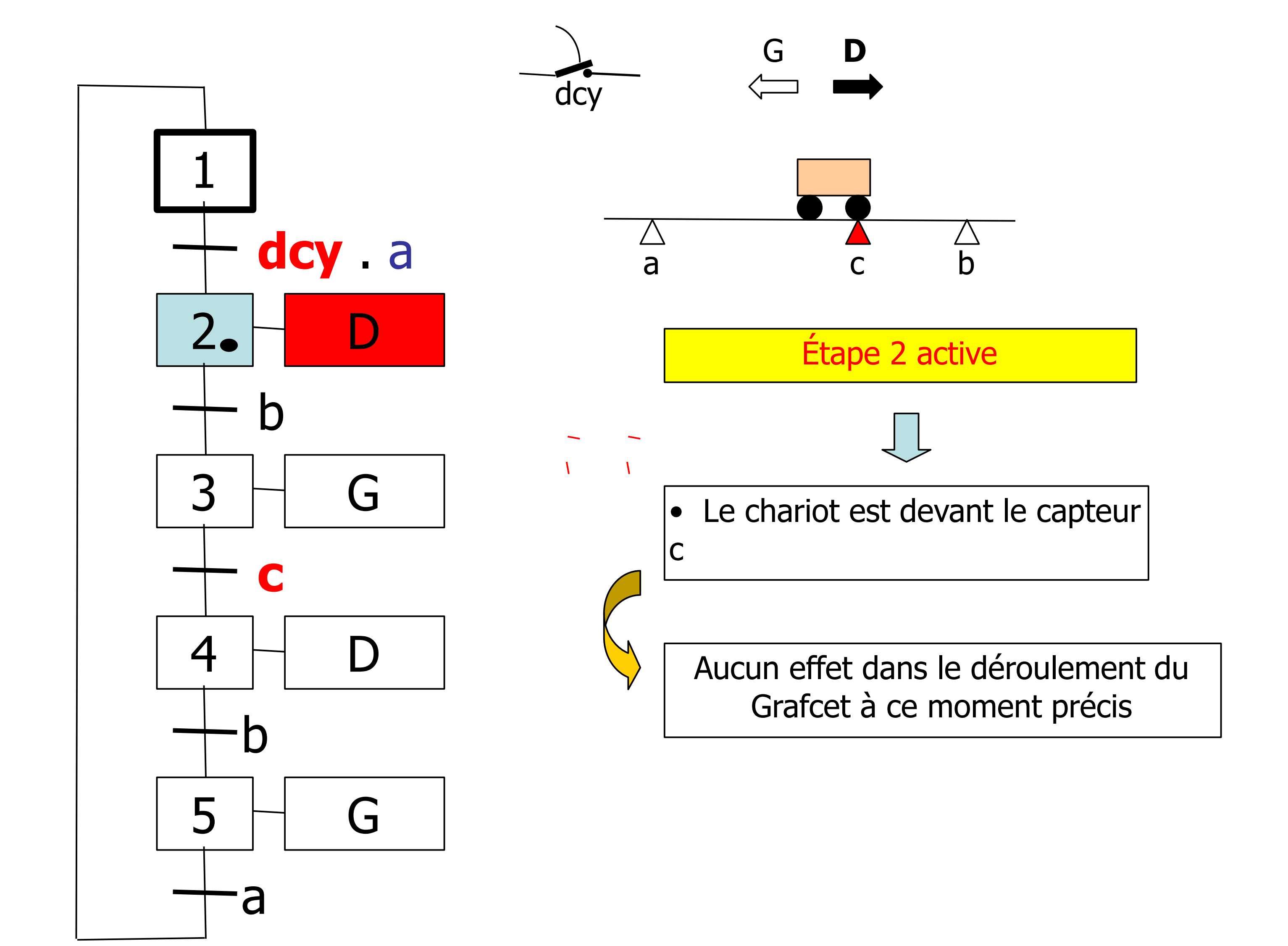
Exemple d’application



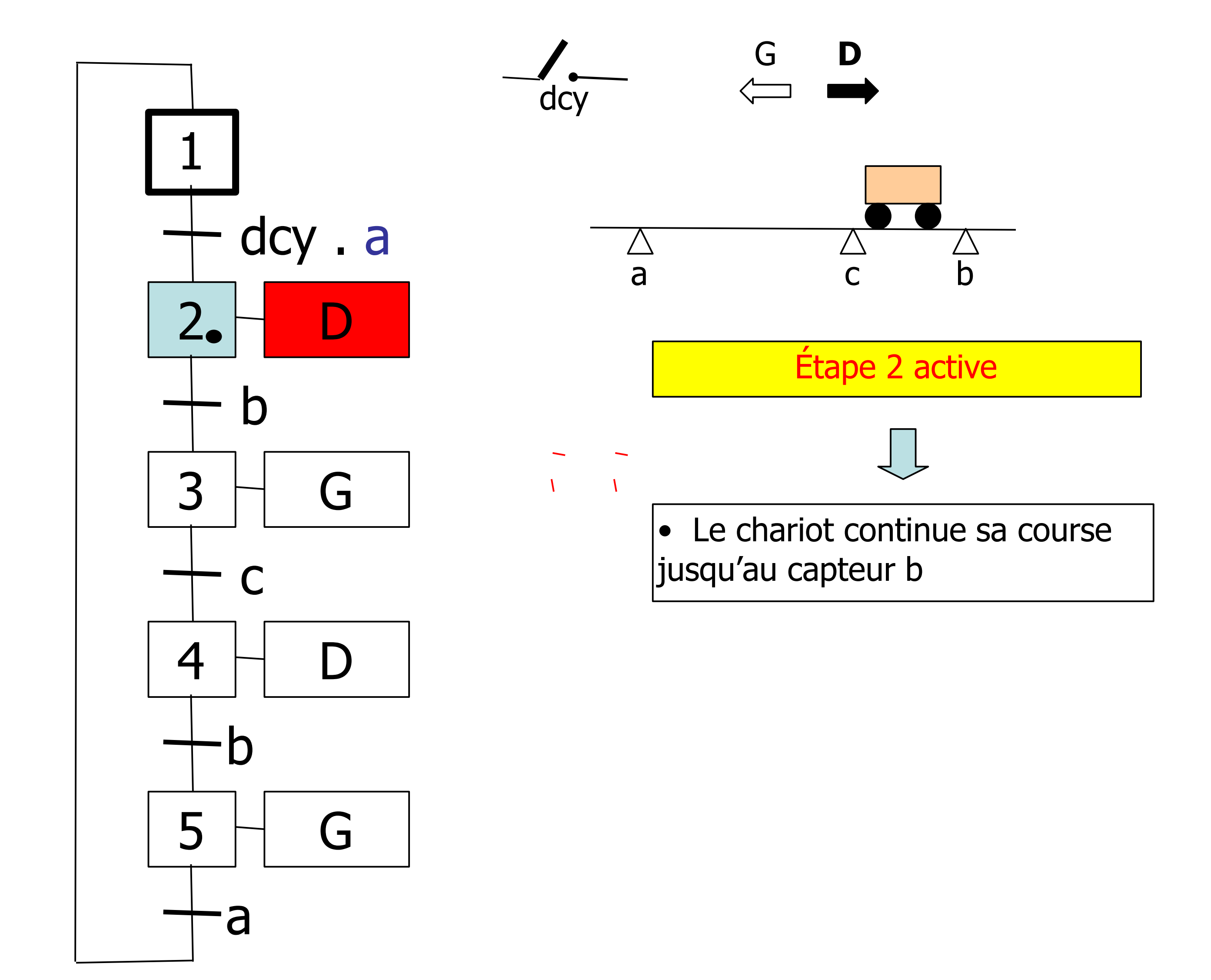
Exemple d'application



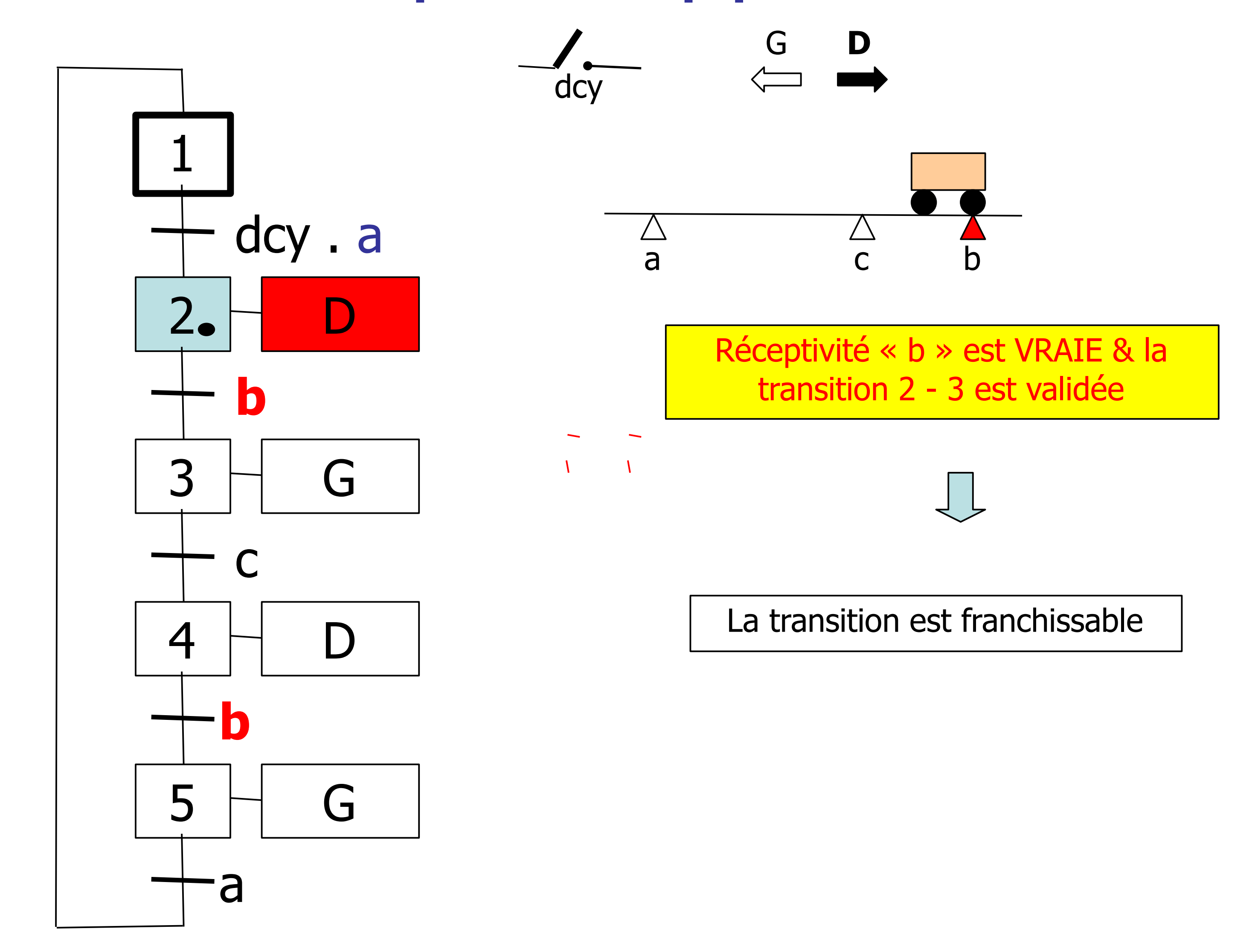
Exemple d'application



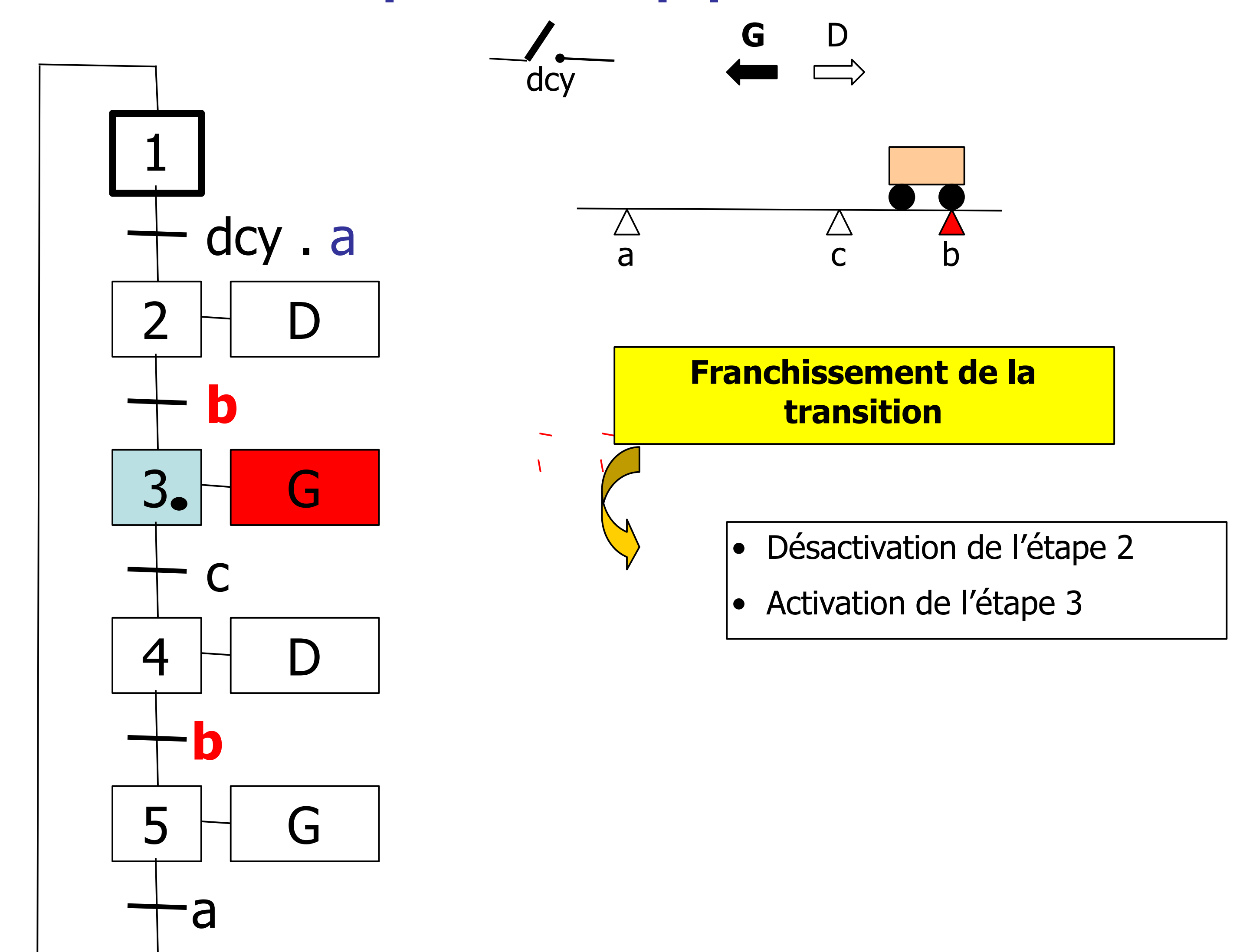
Exemple d'application



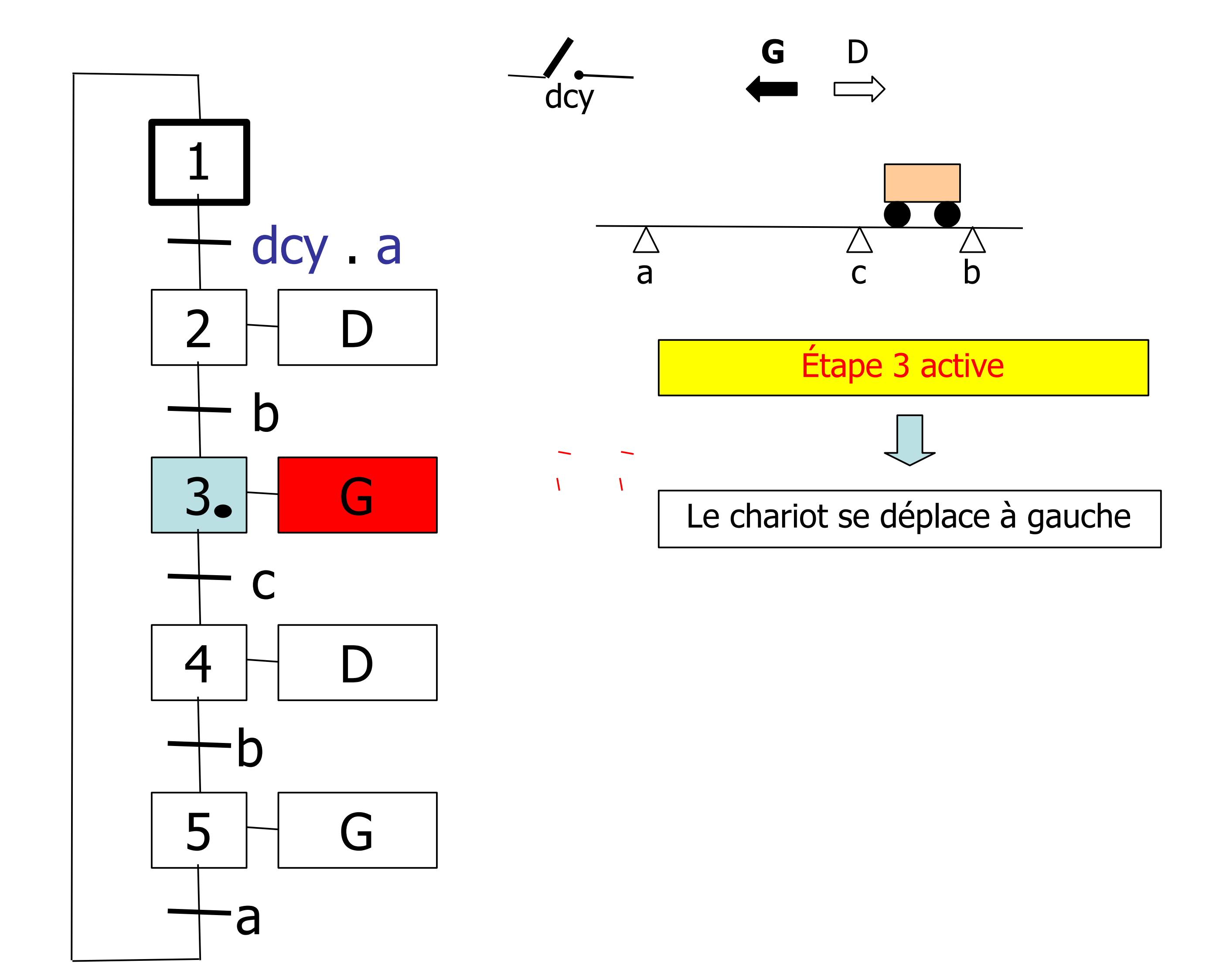
Exemple d'application



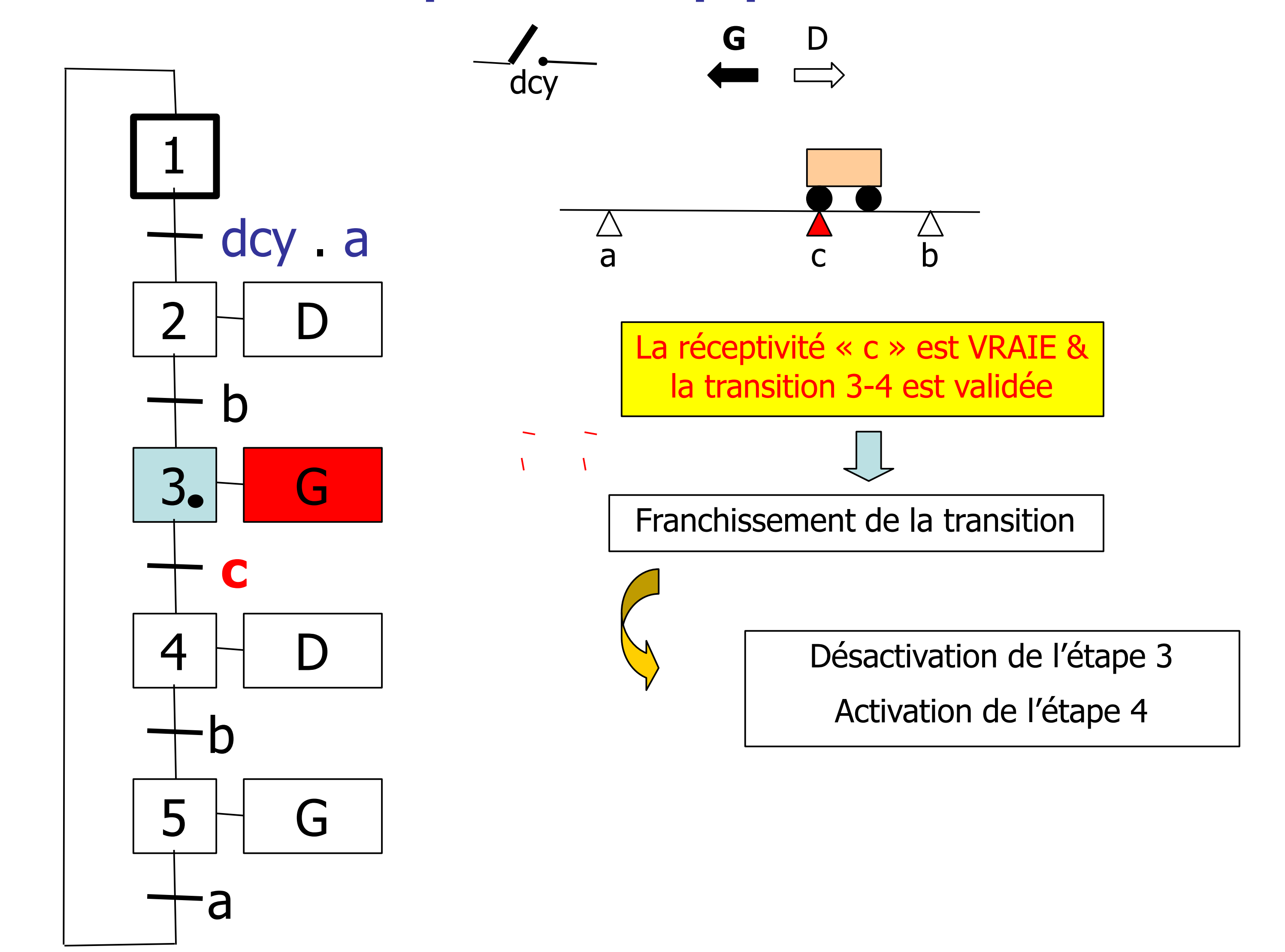
Exemple d'application



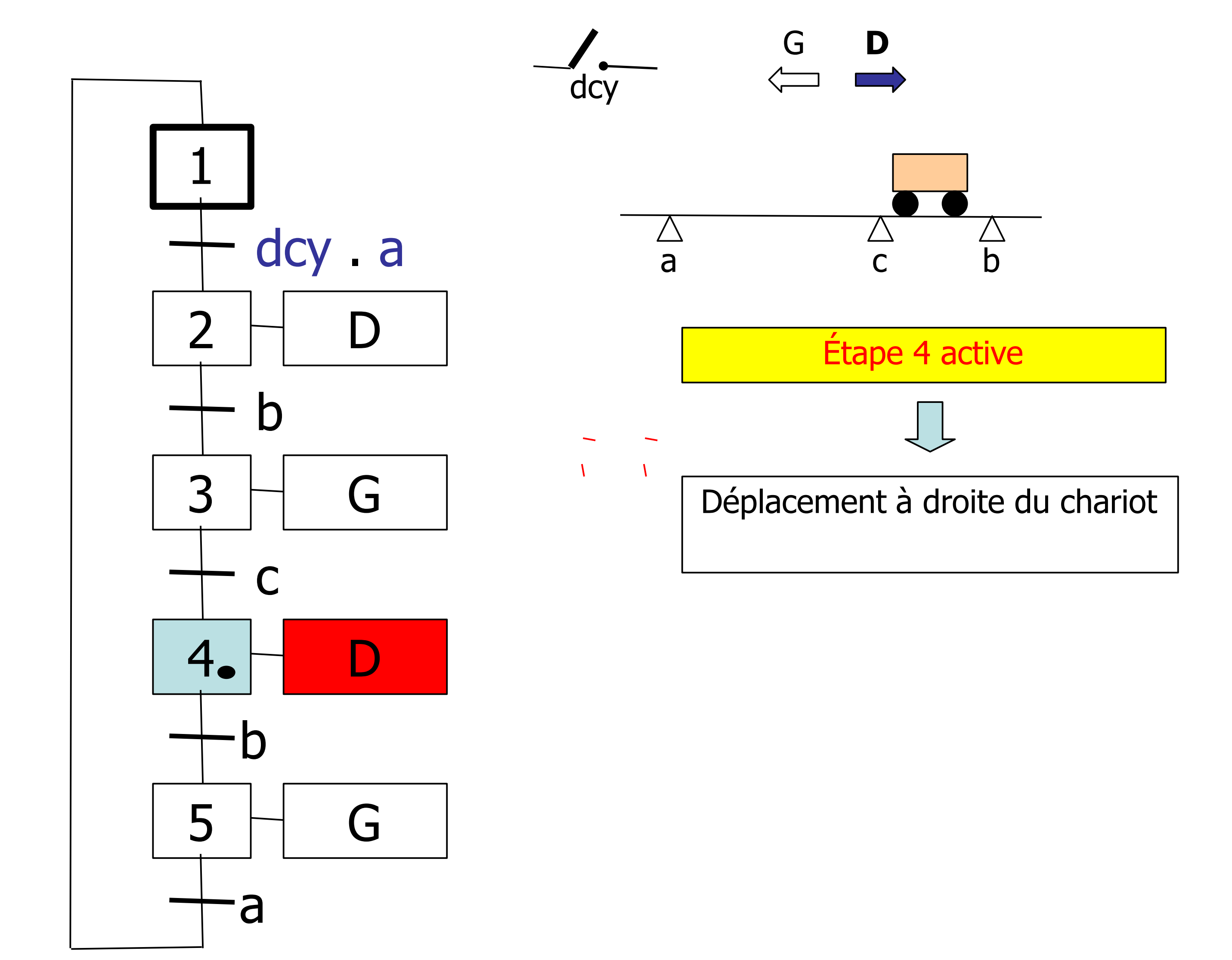
Exemple d'application



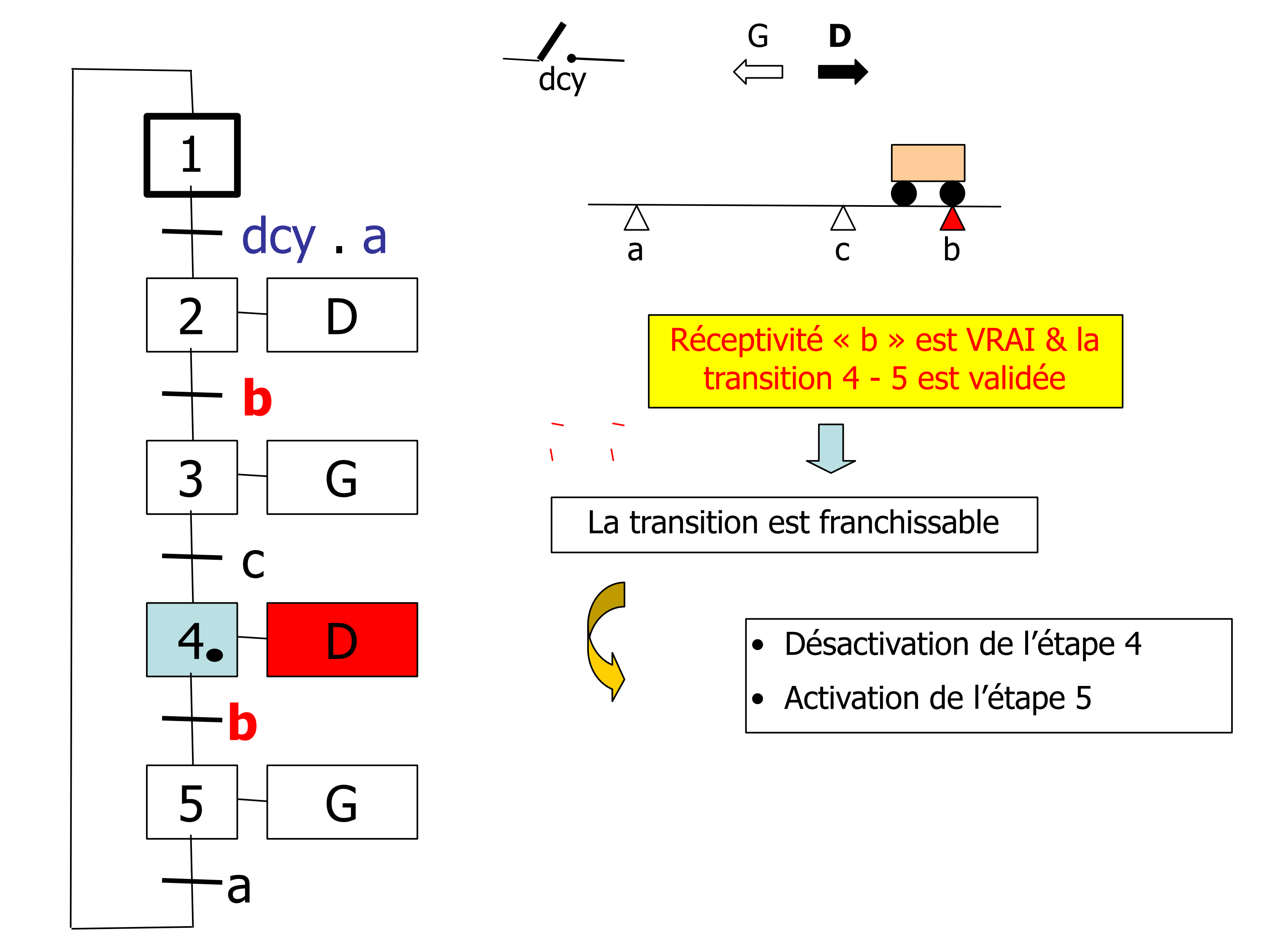
Exemple d'application



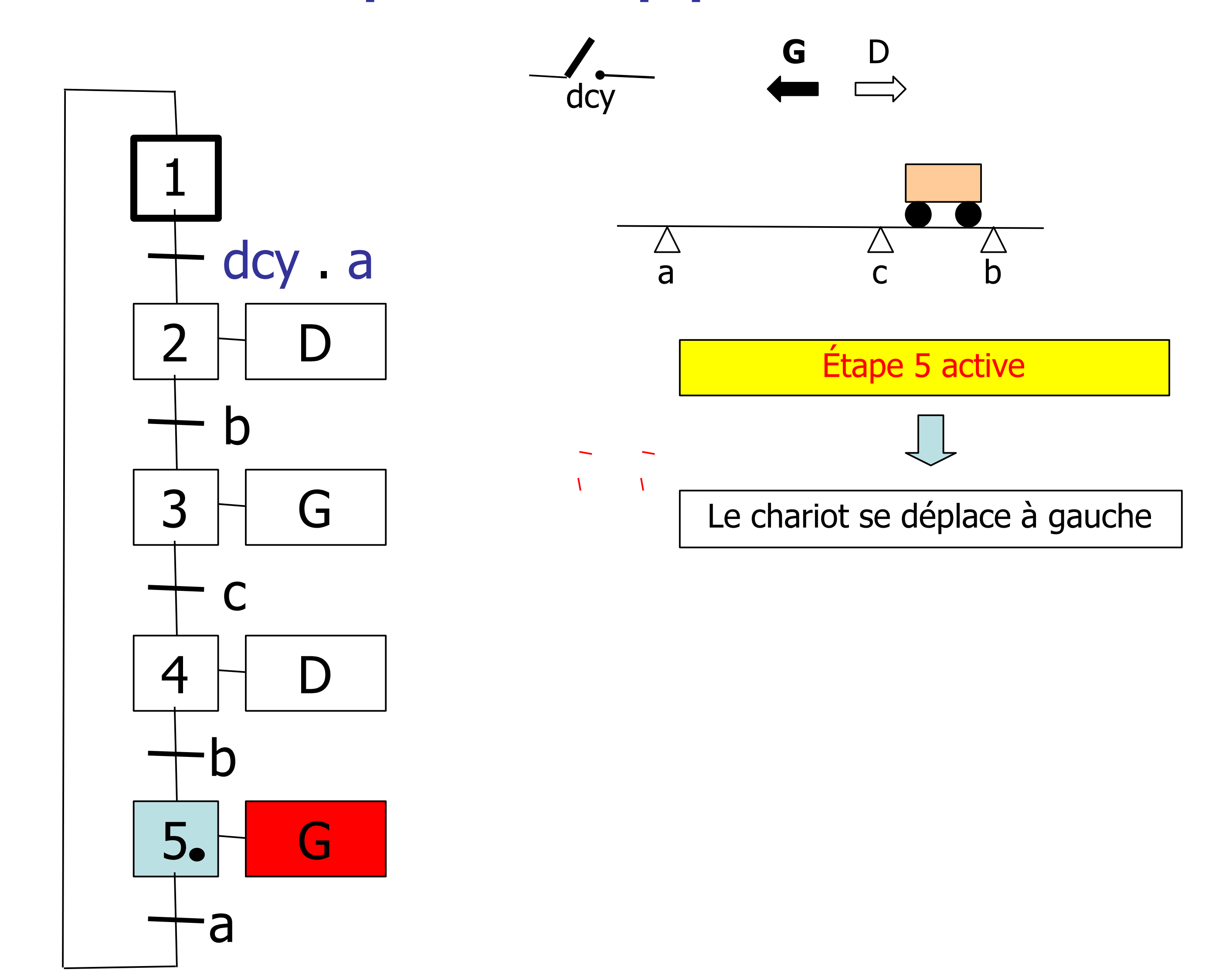
Exemple d’application



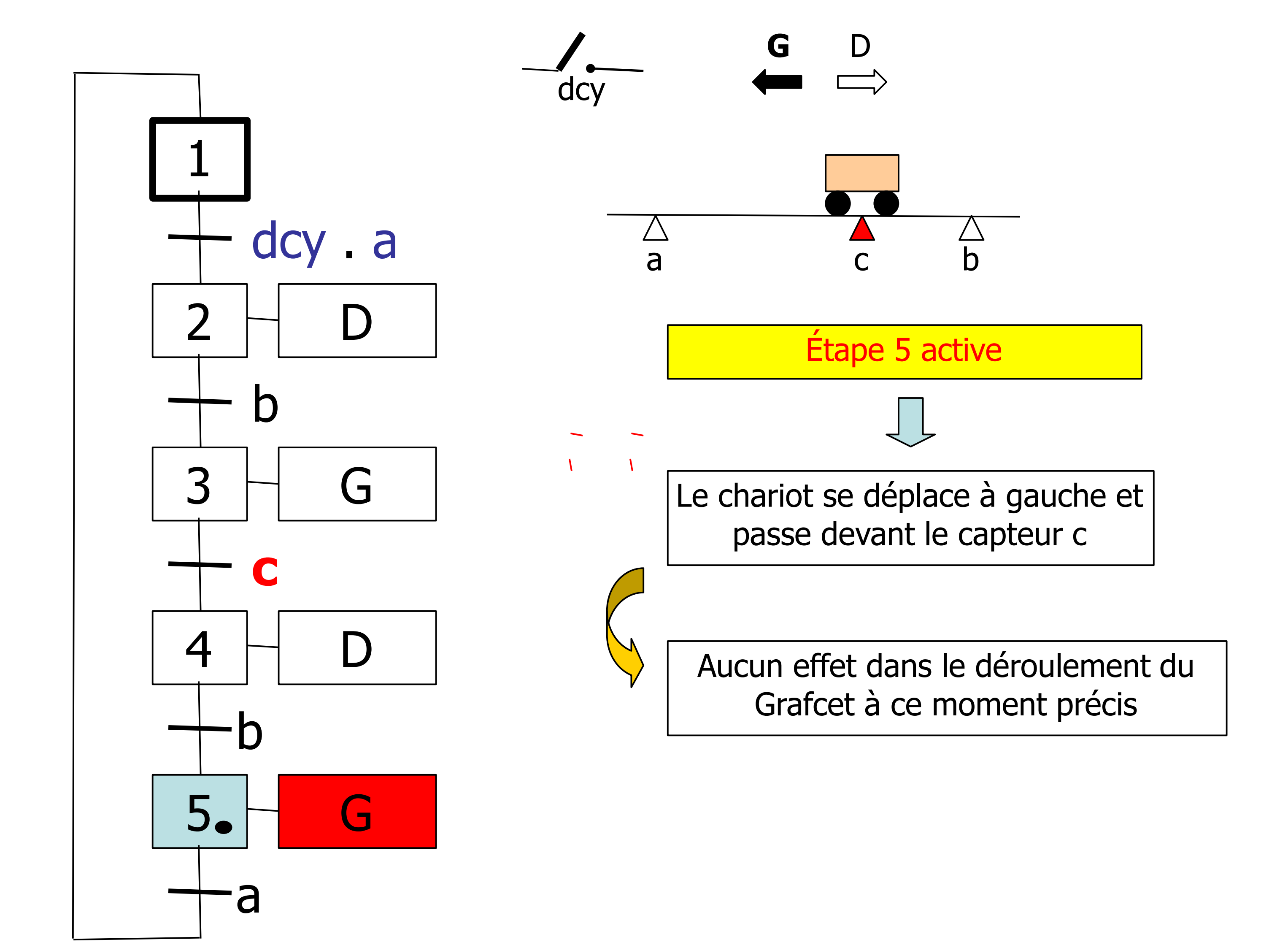
Exemple d'application



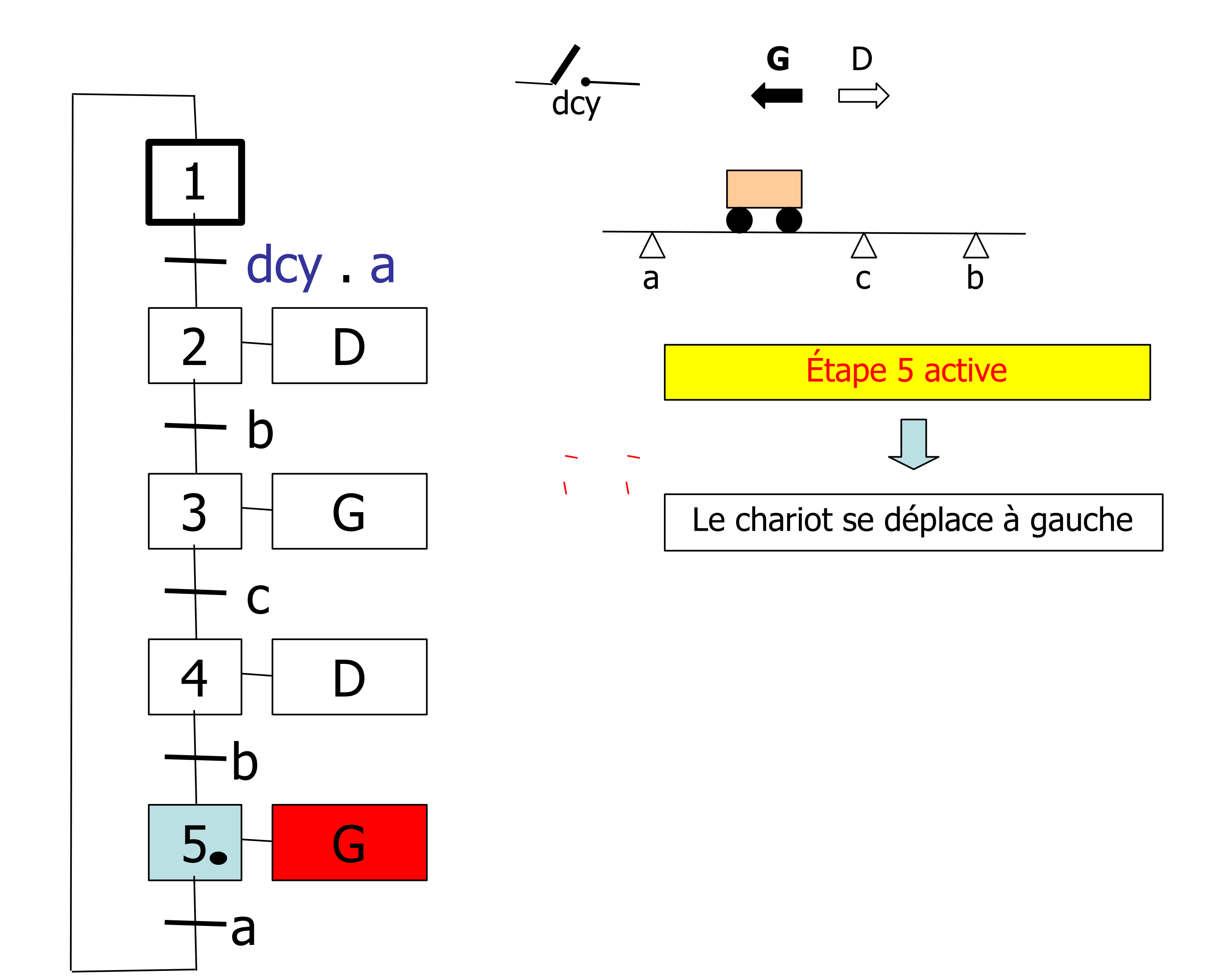
Exemple d'application



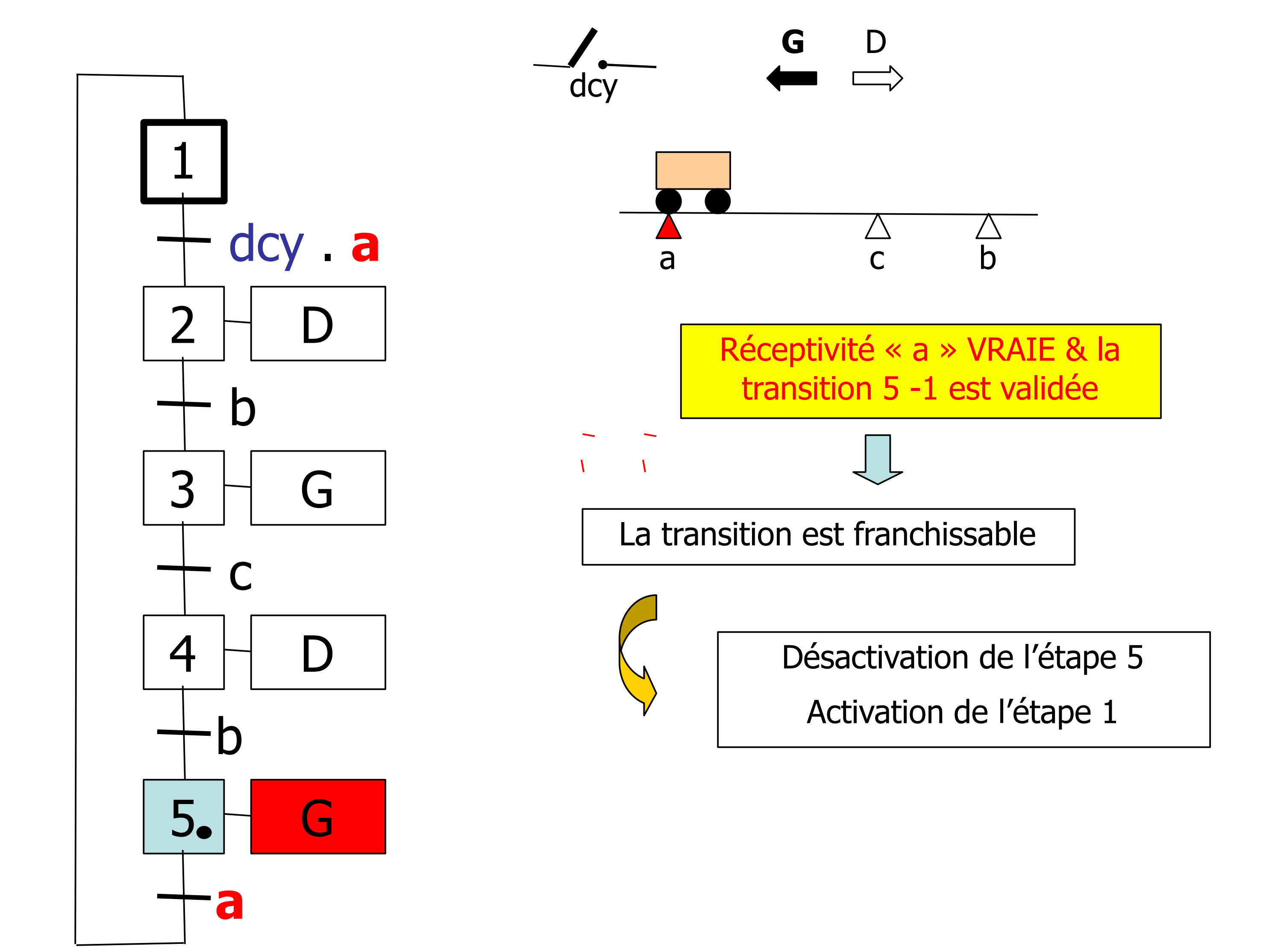
Exemple d'application



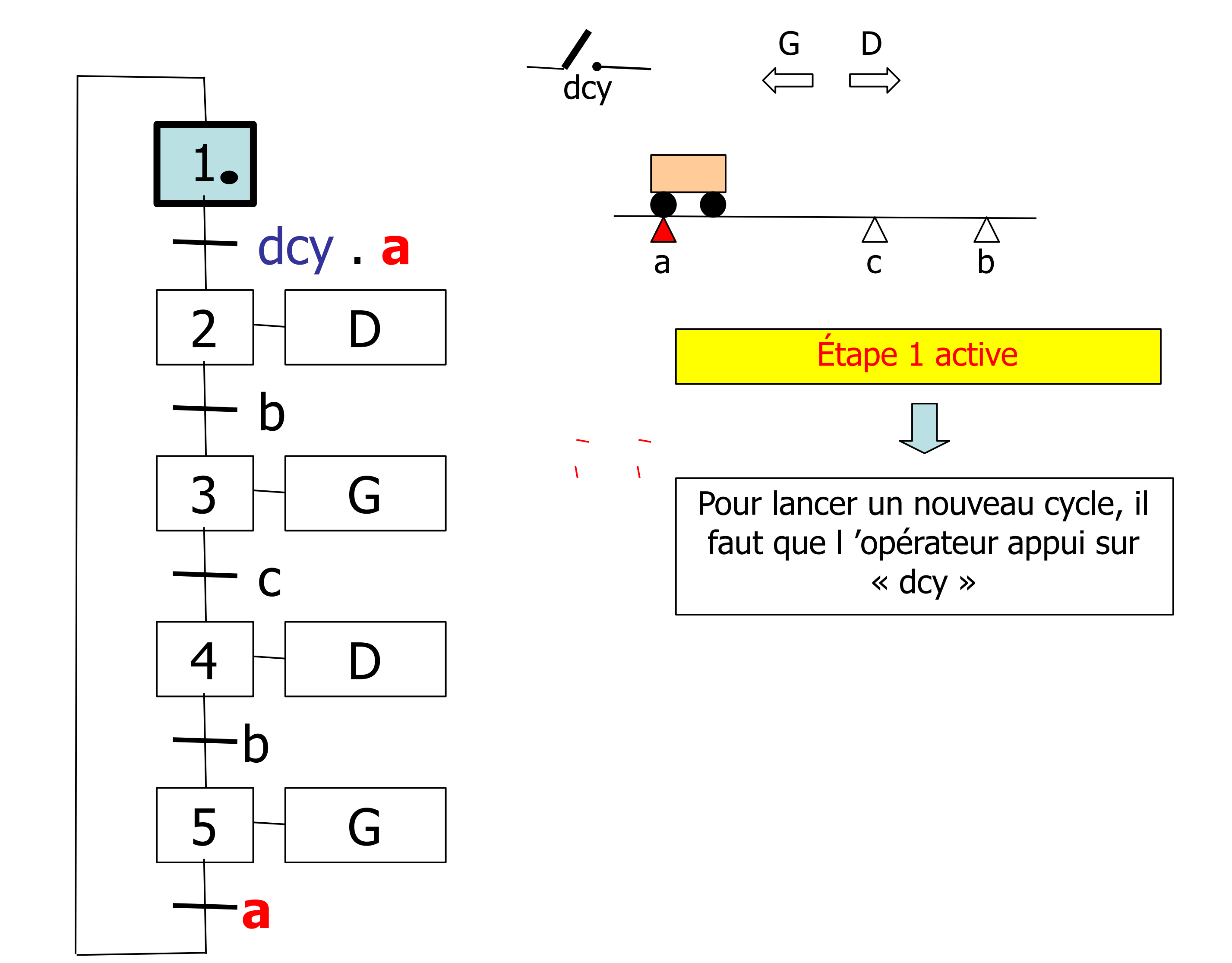
Exemple d'application



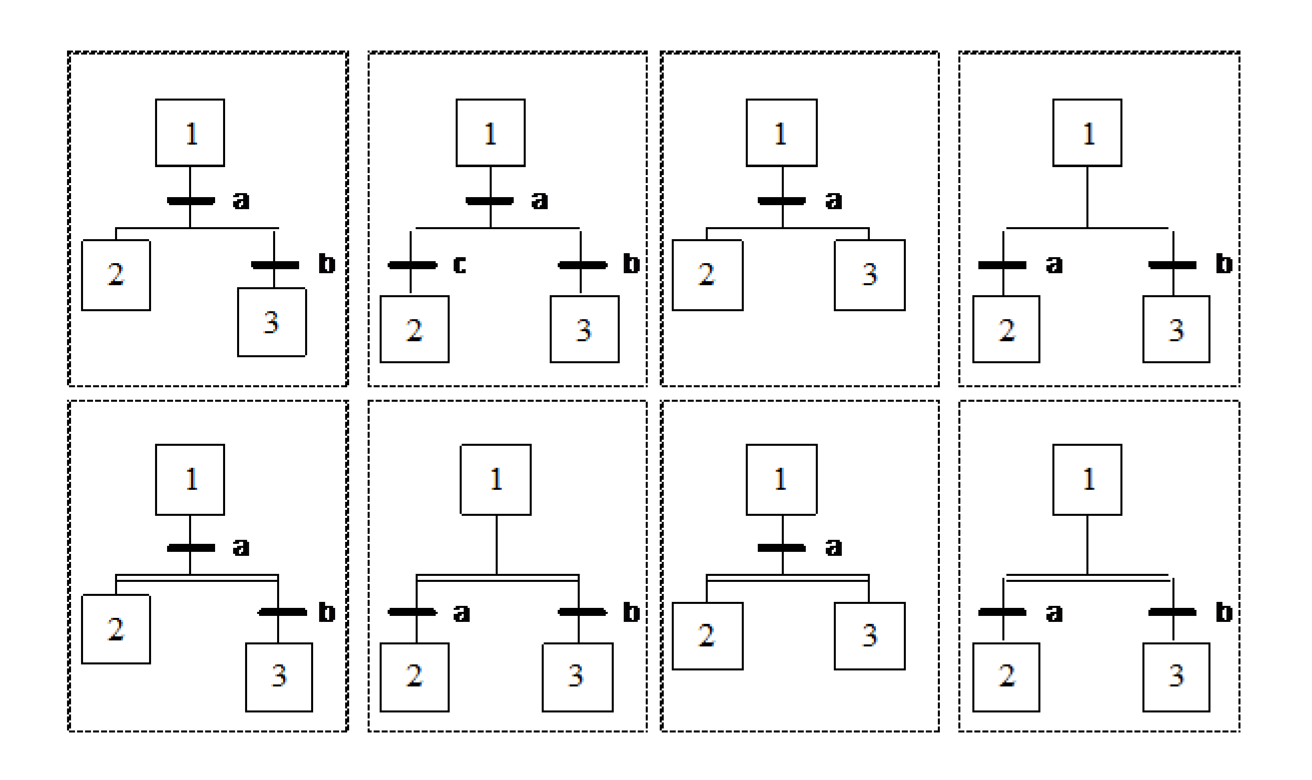
Exemple d'application



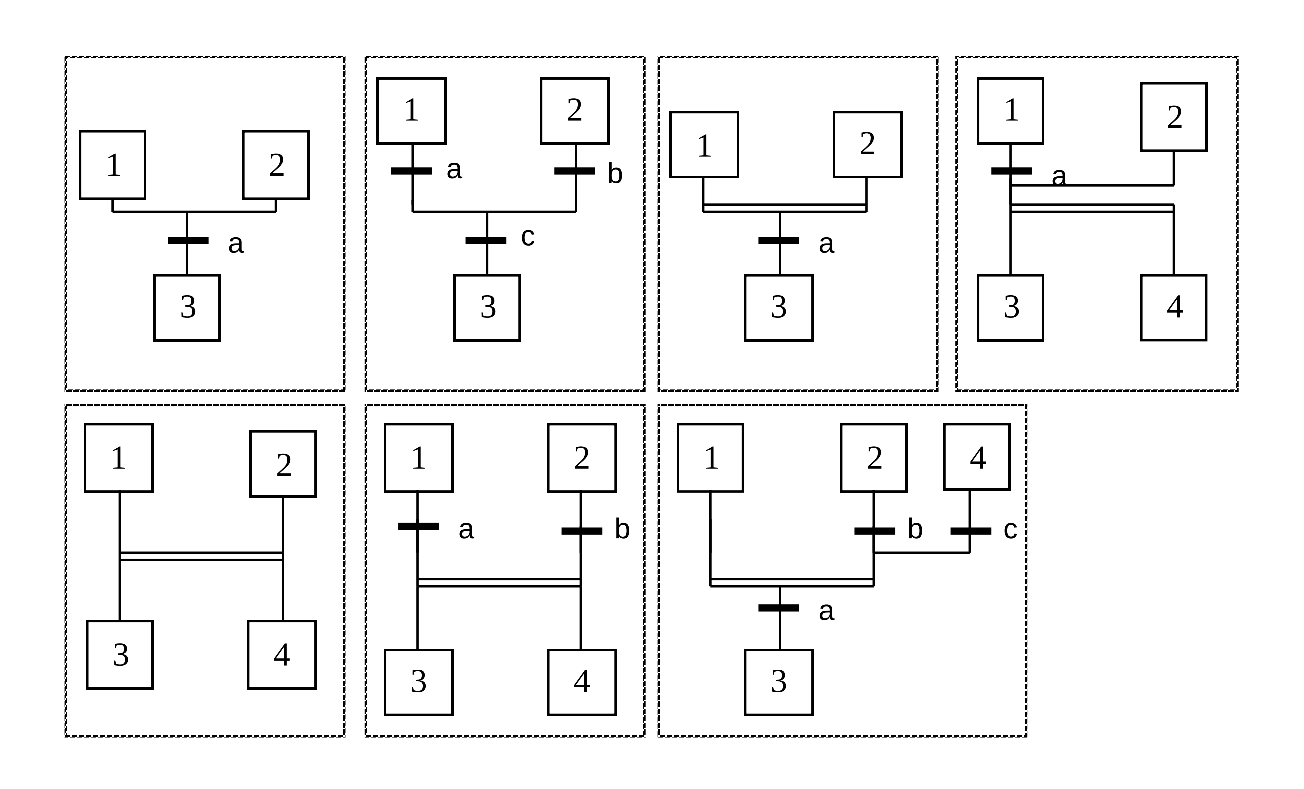
Exemple d'application



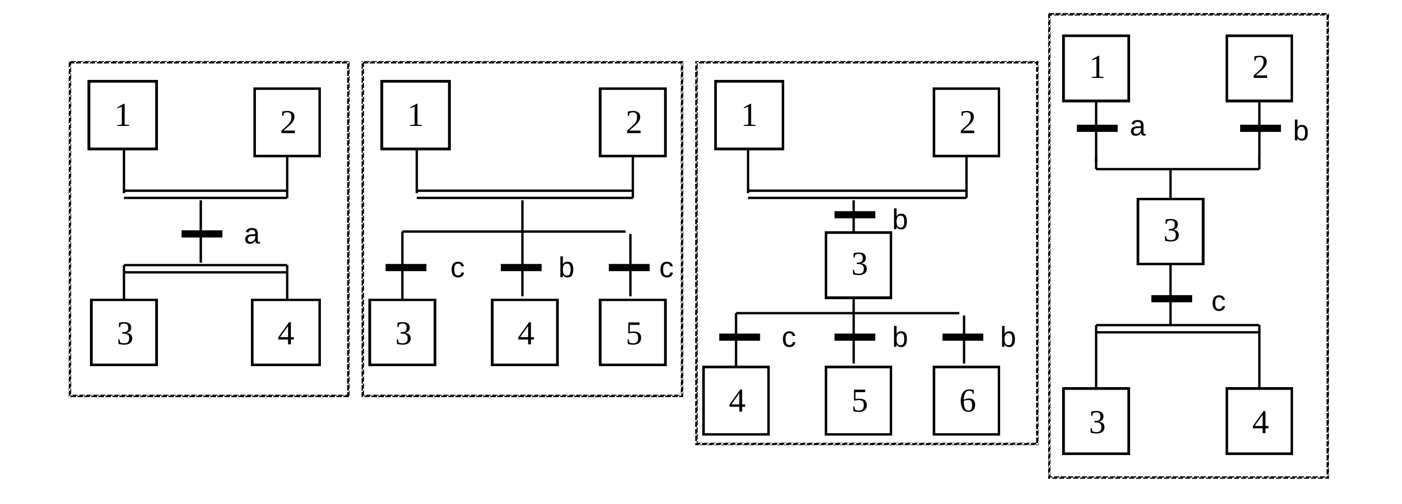
Structure correcte ?



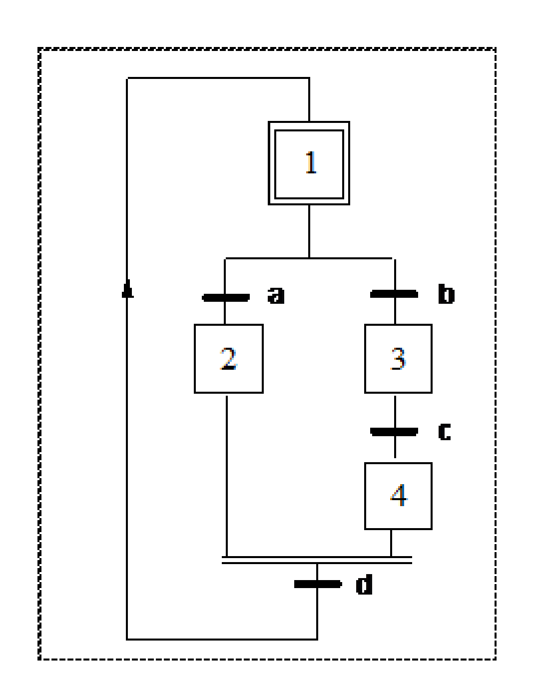
Structure correcte ?

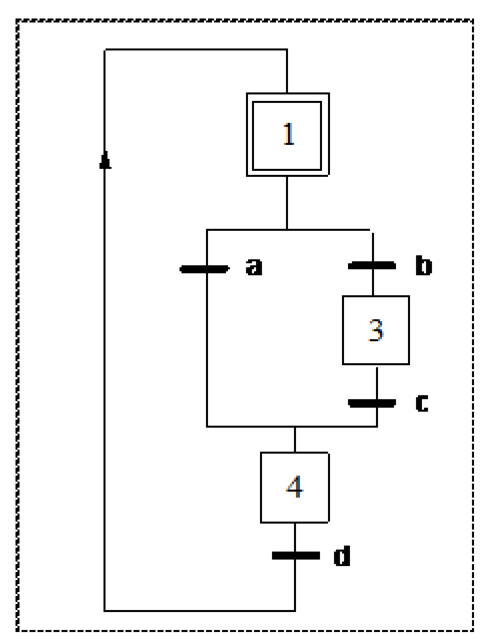


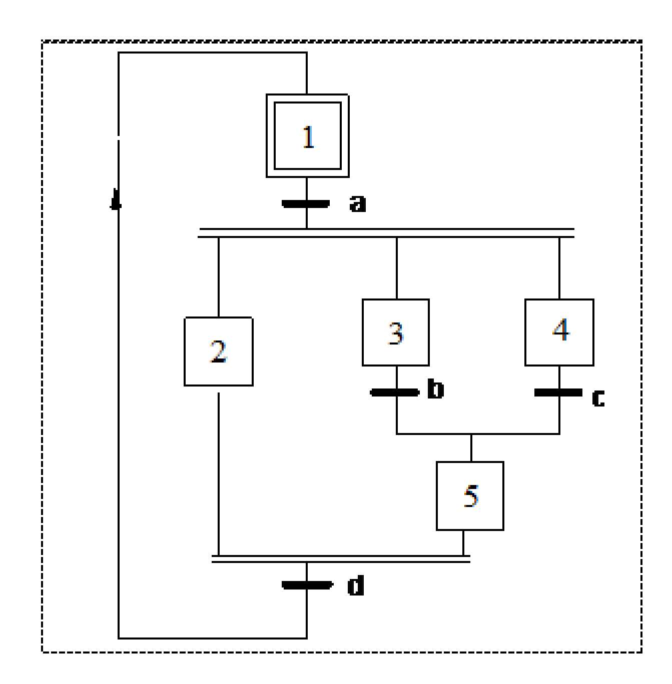
Structure correcte ?



Ces grafcets fonctionnent-ils ?



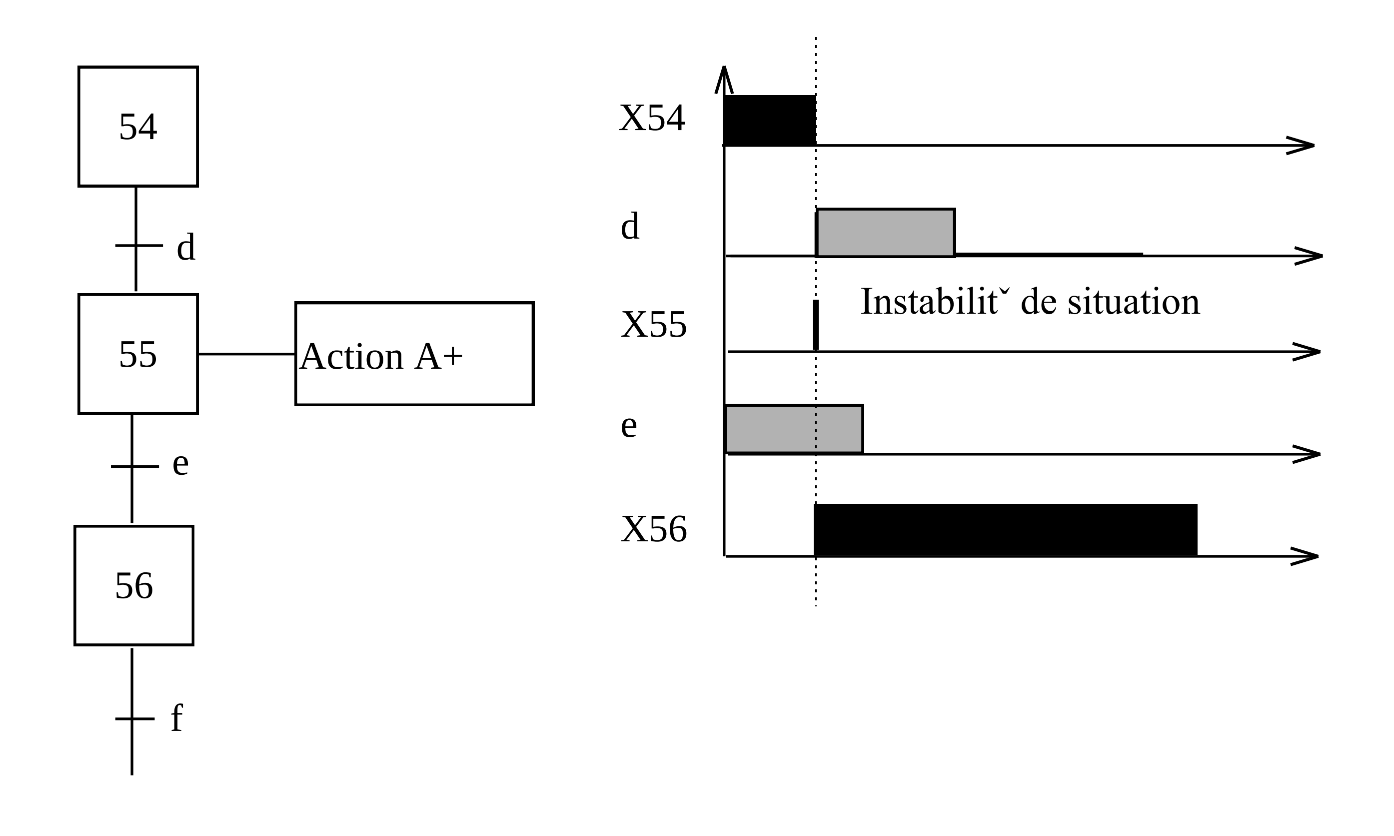




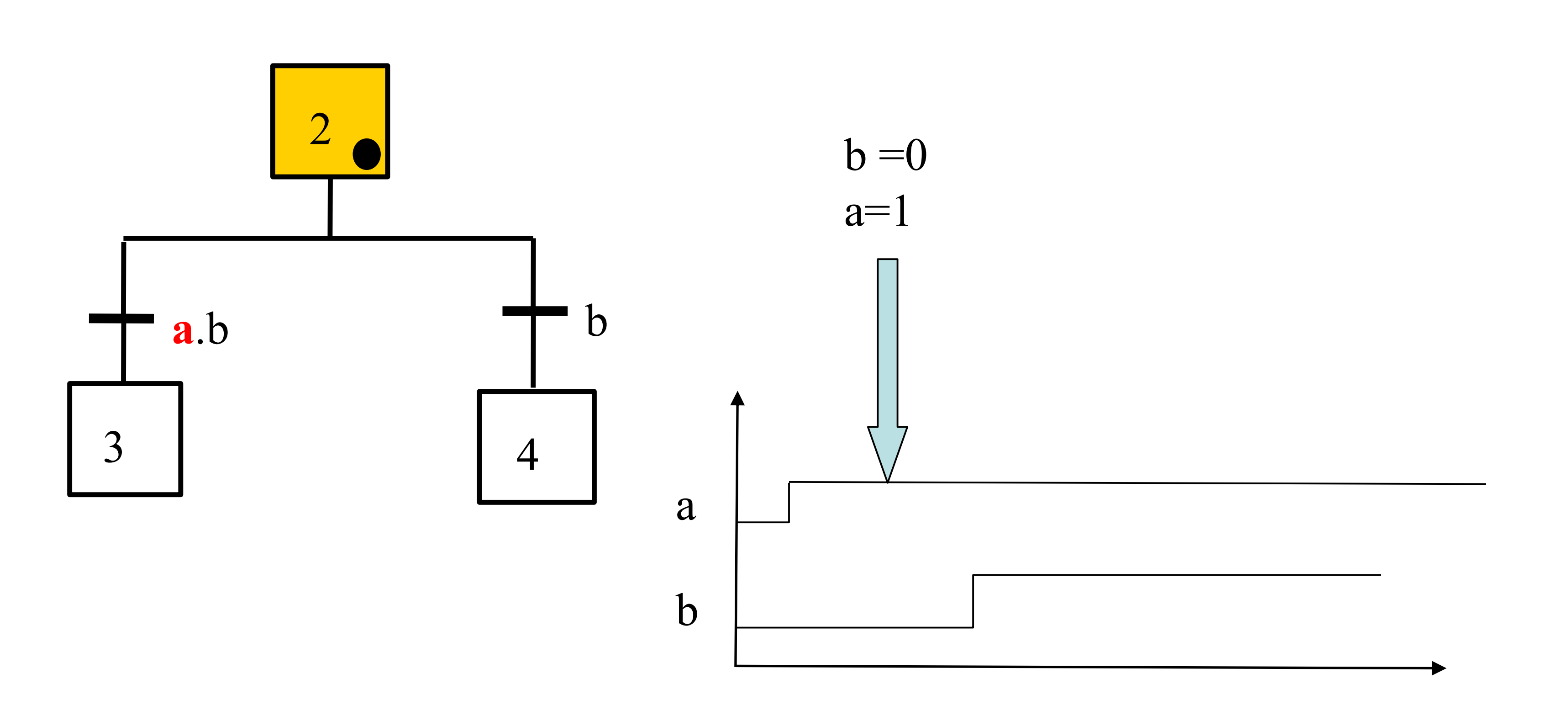
3 Règles de franchissement

- Toute transition franchissable est immédiatement franchie
- Plusieurs transitions simultanément franchissables sont simultanément franchies
- Lorsqu’une étape est simultanément activée et désactivée, elle reste active

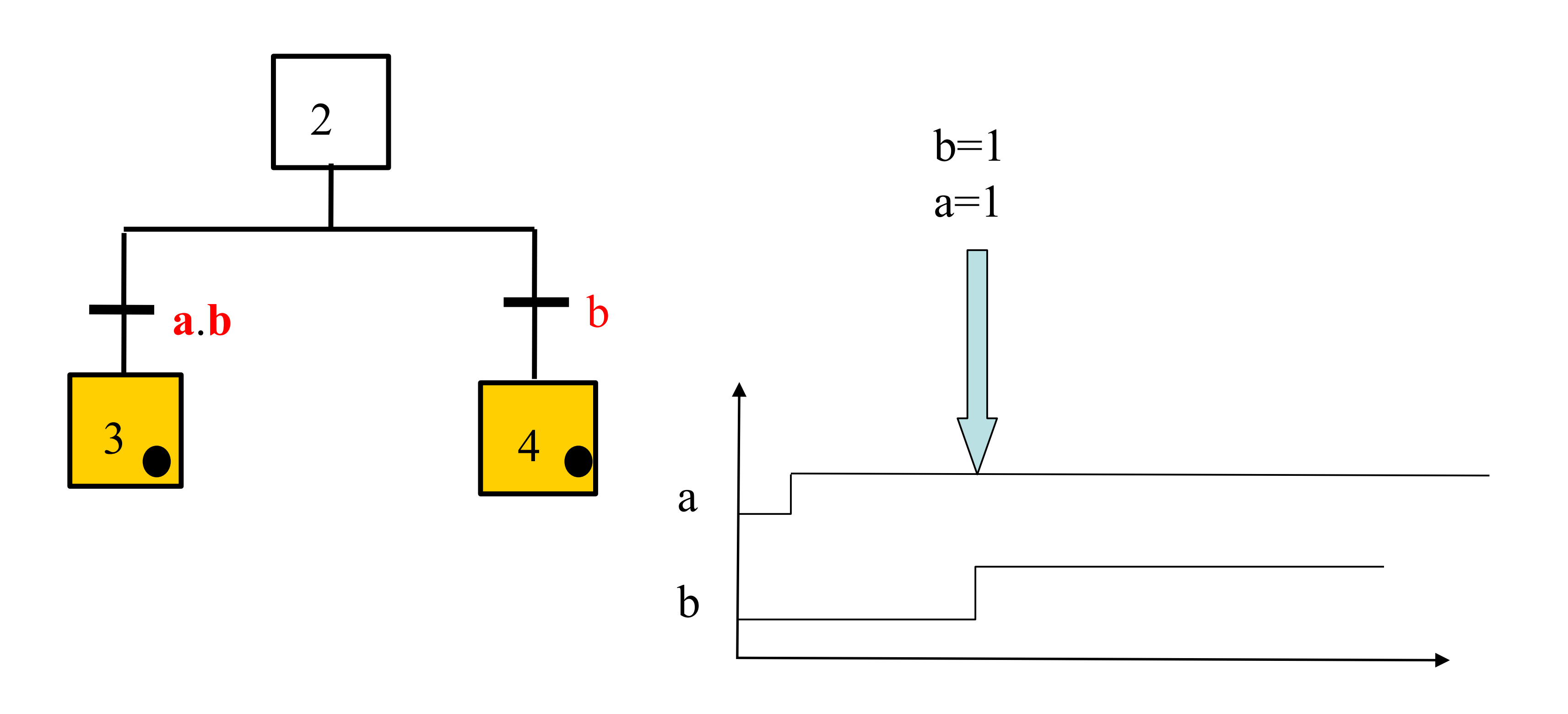
Le franchissement d'une transition est instantané



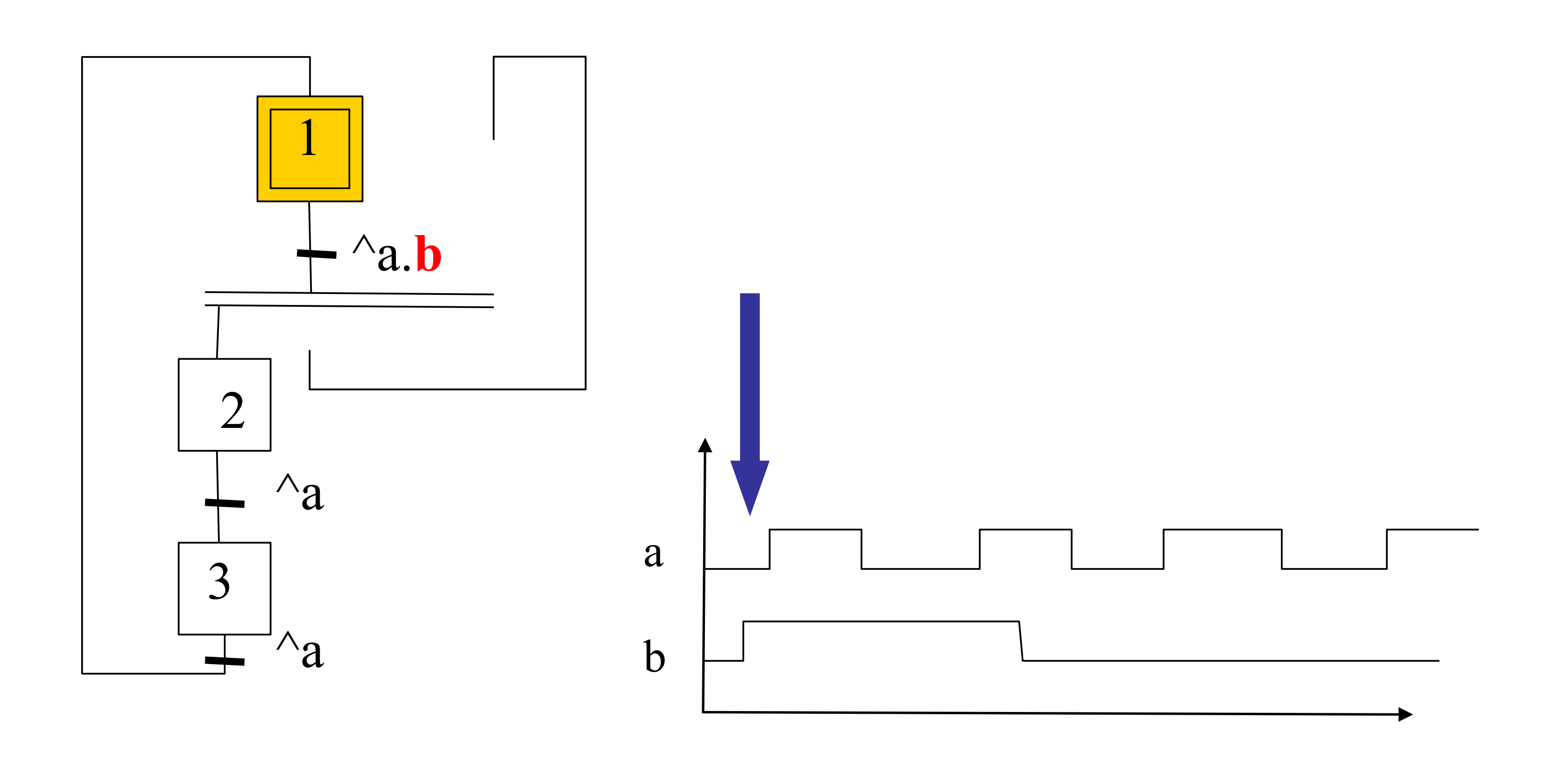
Plusieurs transitions simultanément franchissables sont simultanément franchies



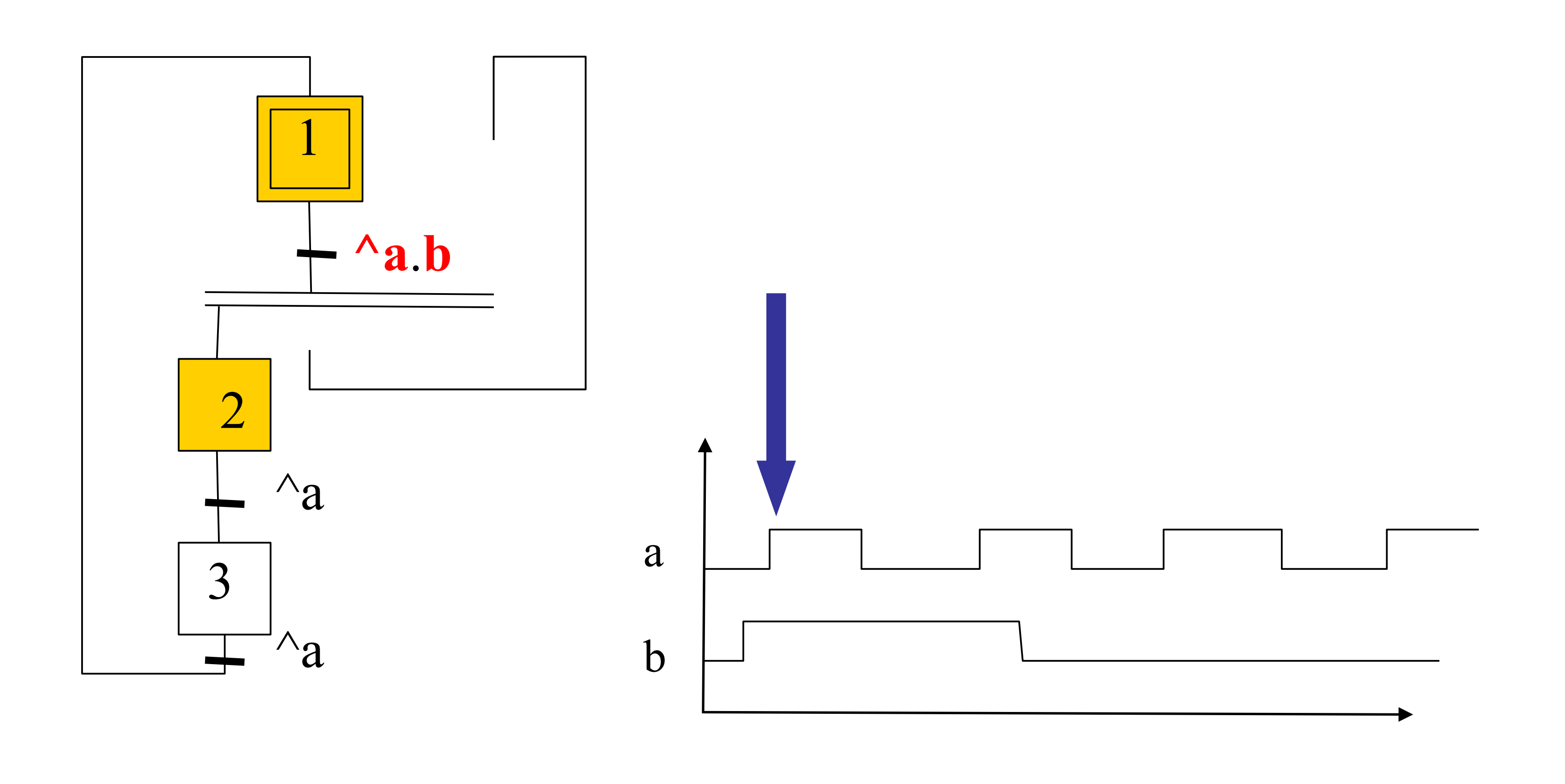
Plusieurs transitions simultanément franchissables sont simultanément franchies



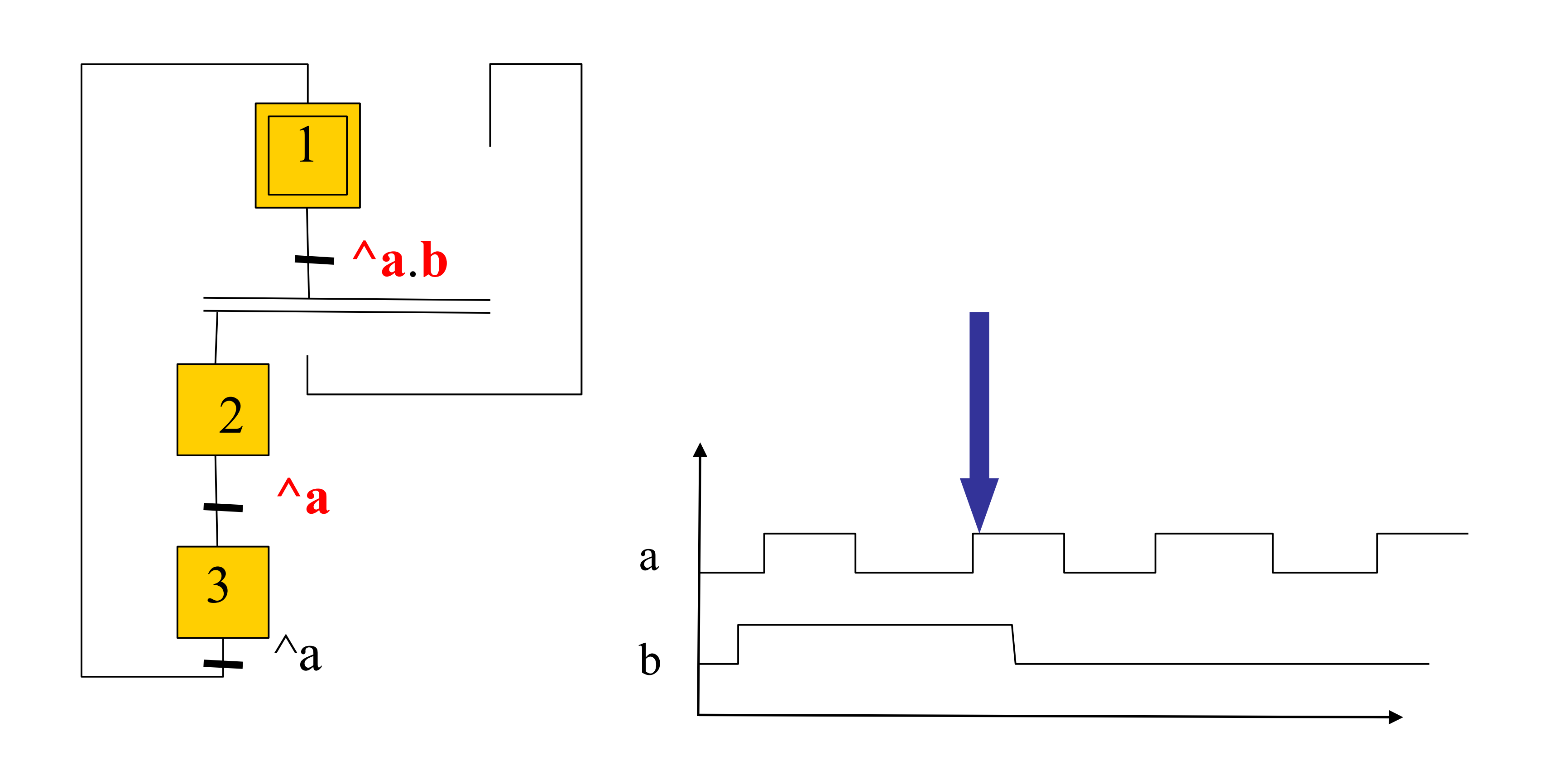
Etape simultanément activée et désactivée



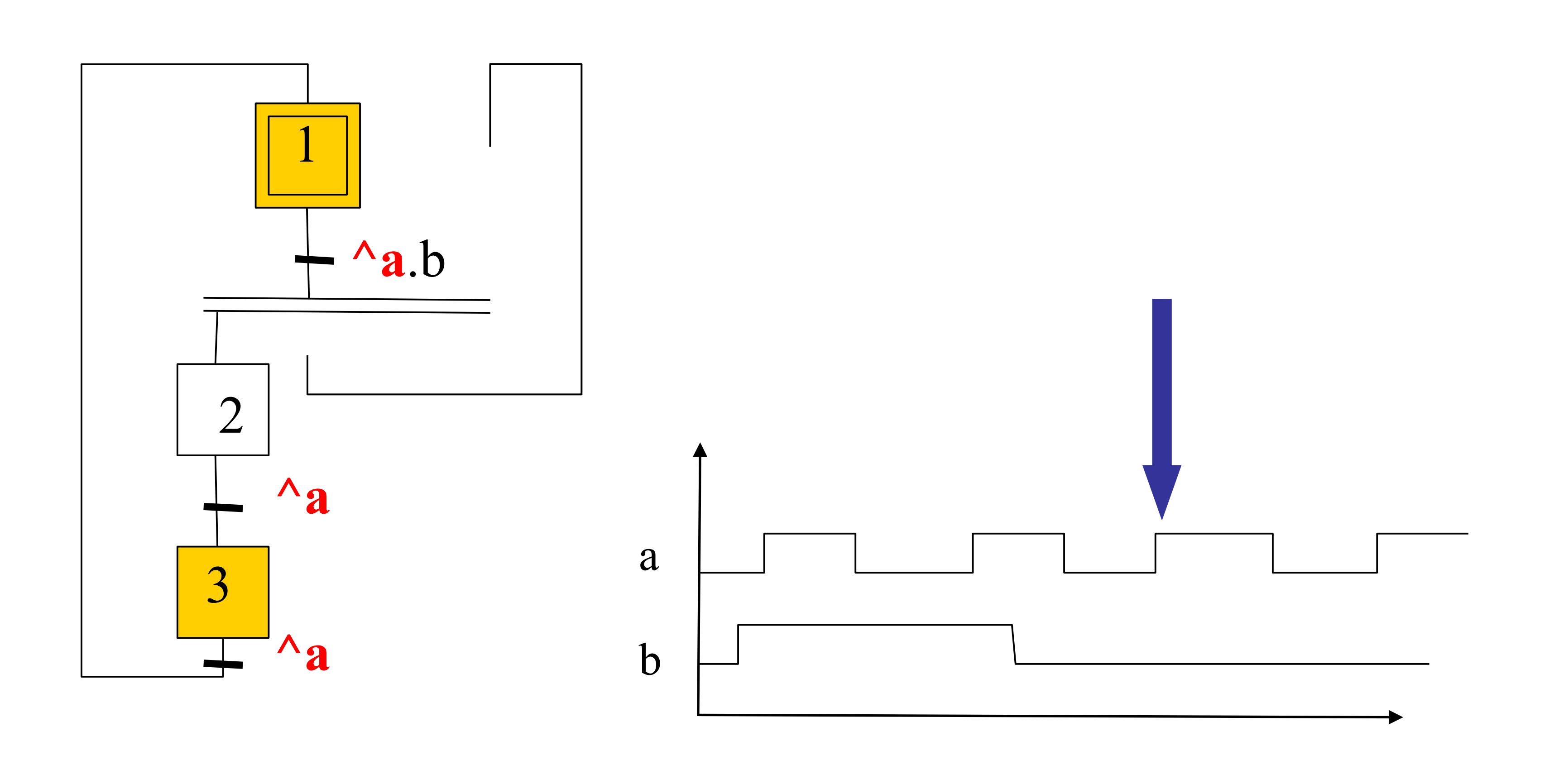
Etape simultanément activée et désactivée



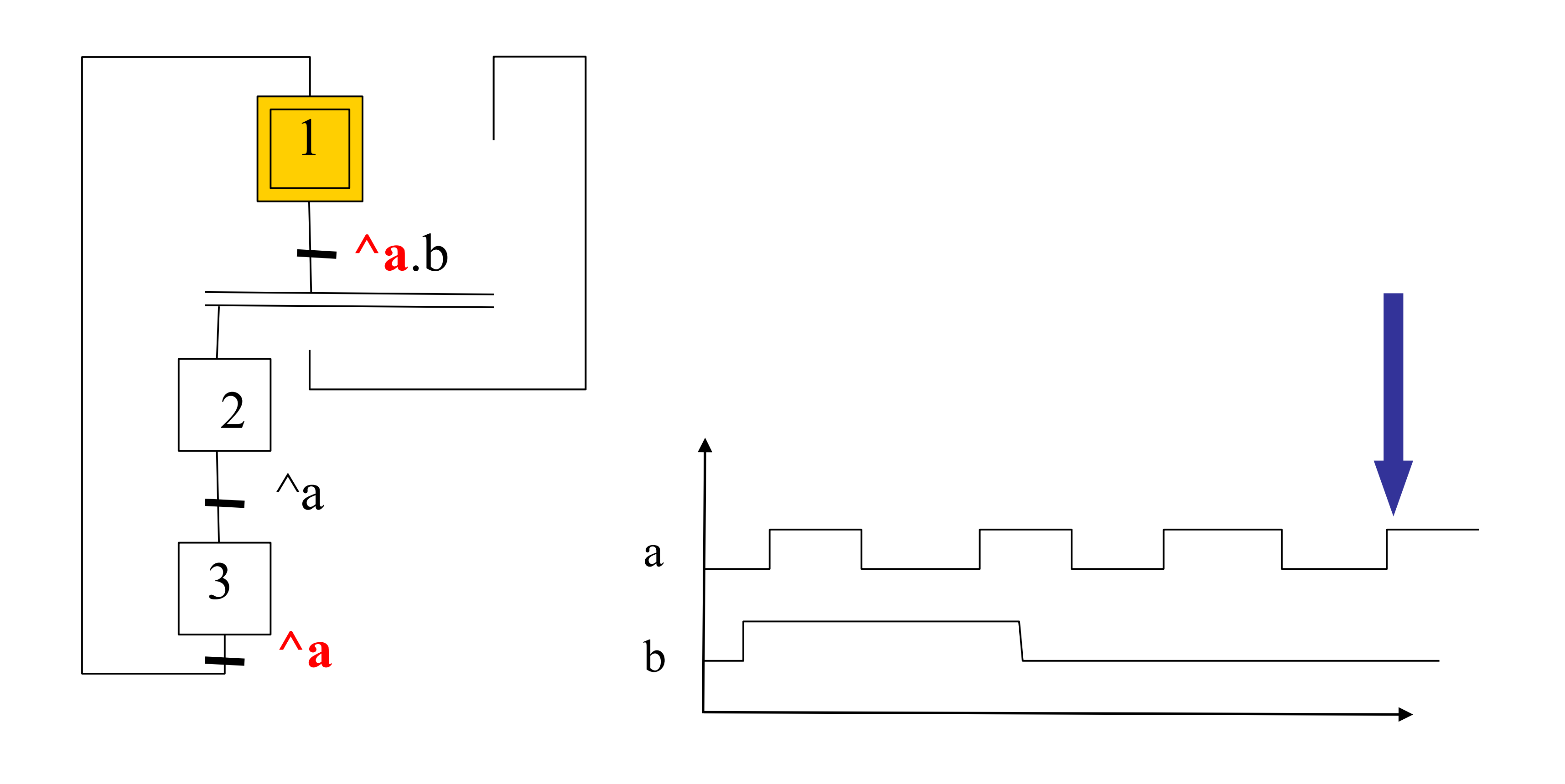
Etape simultanément activée et désactivée



Etape simultanément activée et désactivée



Etape simultanément activée et désactivée



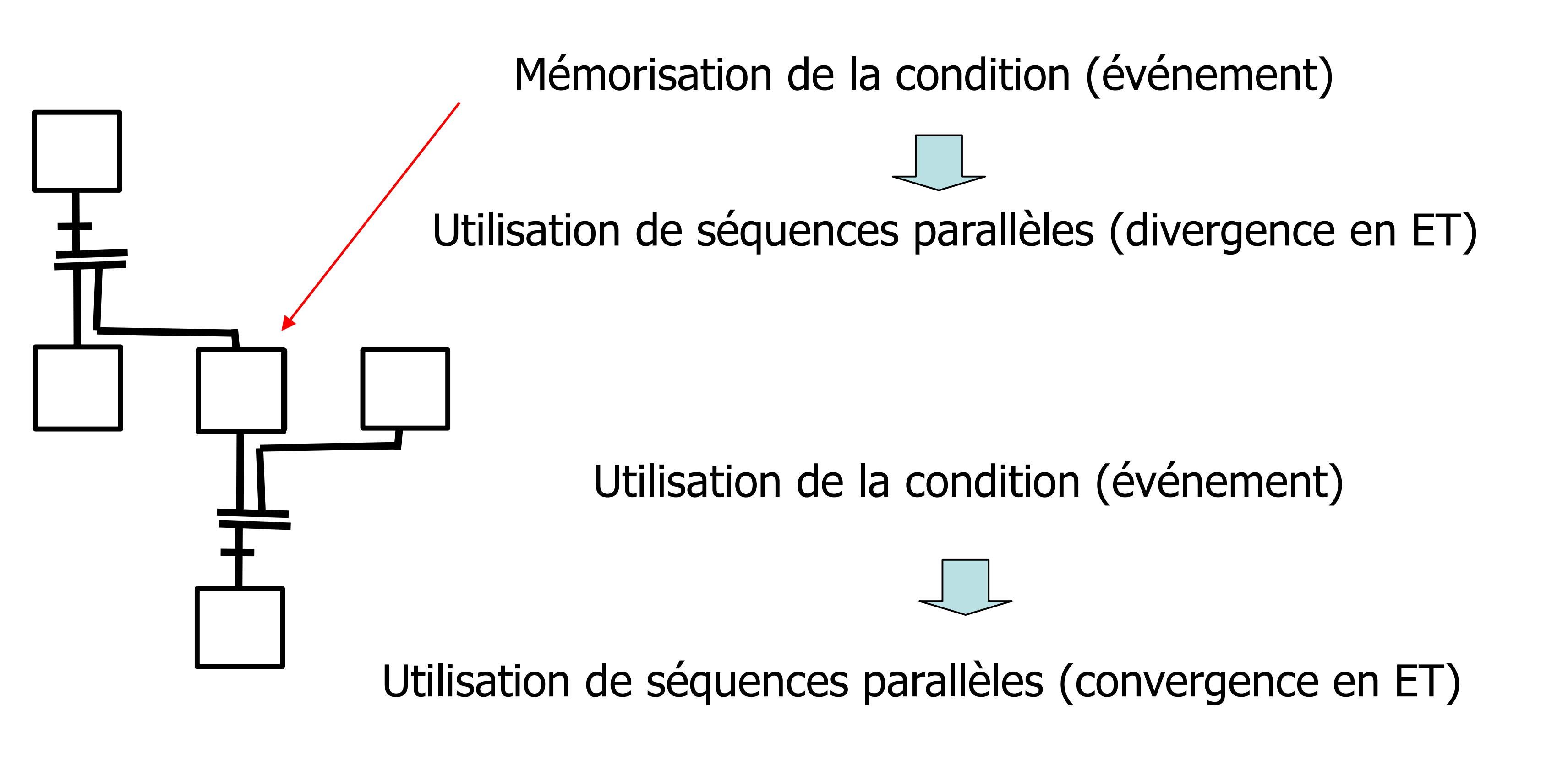
Grafcets : compléments

- Mémorisation de passage
- Grafcet de tache
- synchronisation horizontale
- grafcet de conduite/de tache
- Forçage, figeage, etc …

Mémorisation de passage

Mémorisation de passage

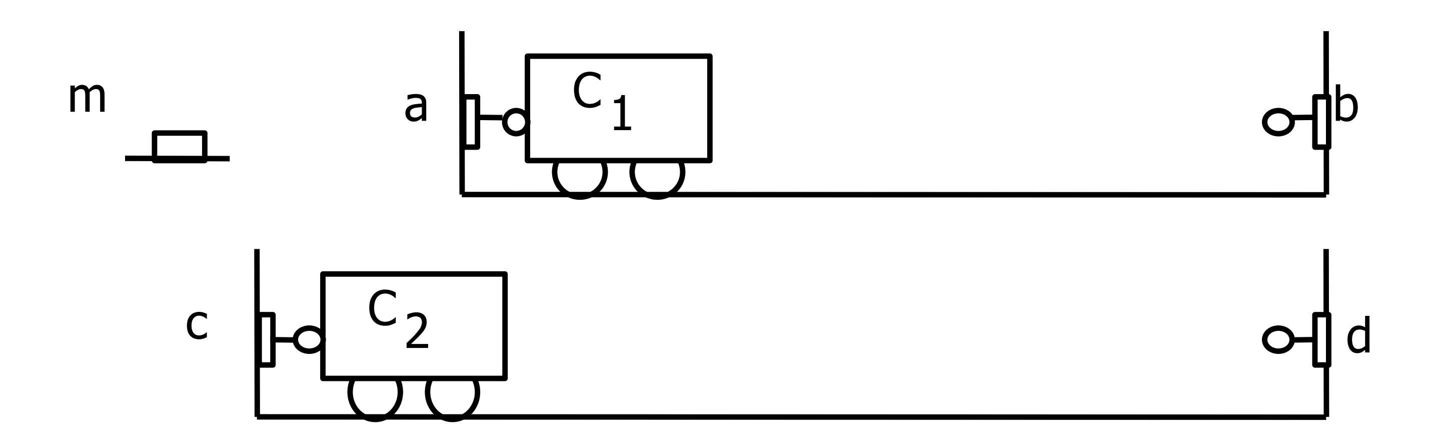
Gestion des "si condition alors"



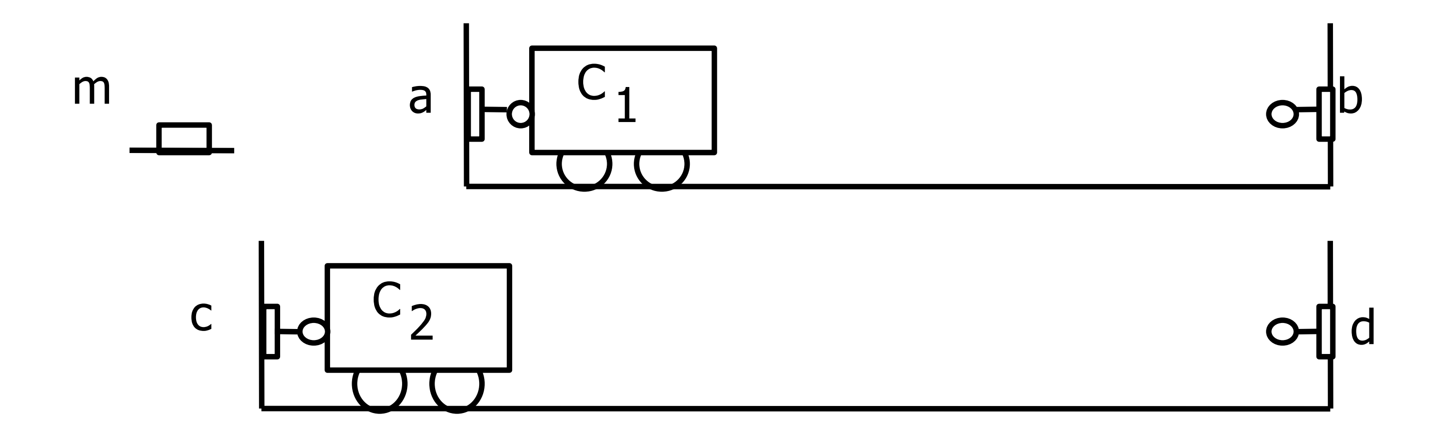
Mémorisation de passage

- **Exemple : Déchargement de deux wagonnets**

2 chariots doivent se déplacer suivant le cycle suivant :
après appui sur un bouton poussoir m les deux chariots démarrent ensemble, les chariots C1 et C2 font un aller-retour (aba) (cdc) : C1 ne peut revenir que si C2 a déjà fait un aller.



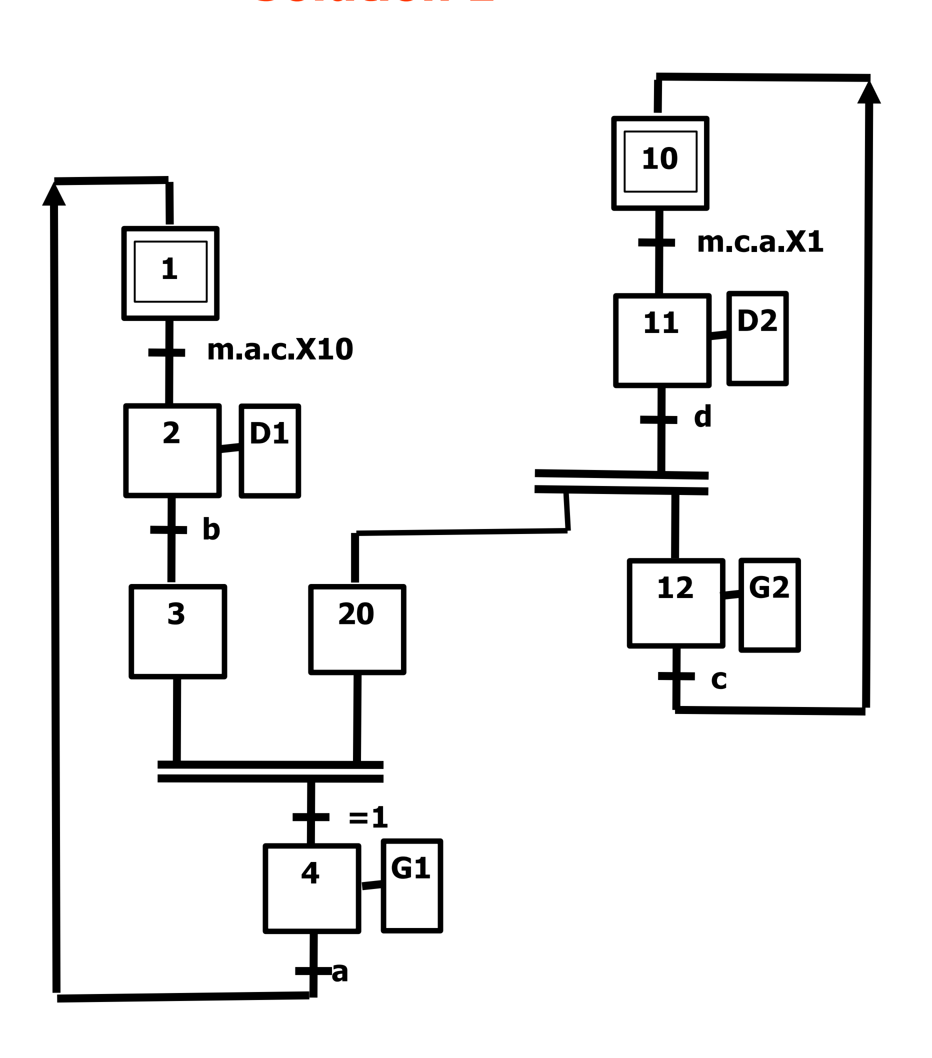
Mémorisation de passage



- **Entrées :** **m, a, b, c, d**
- **Sorties :** **G1, D1, G2, D2**

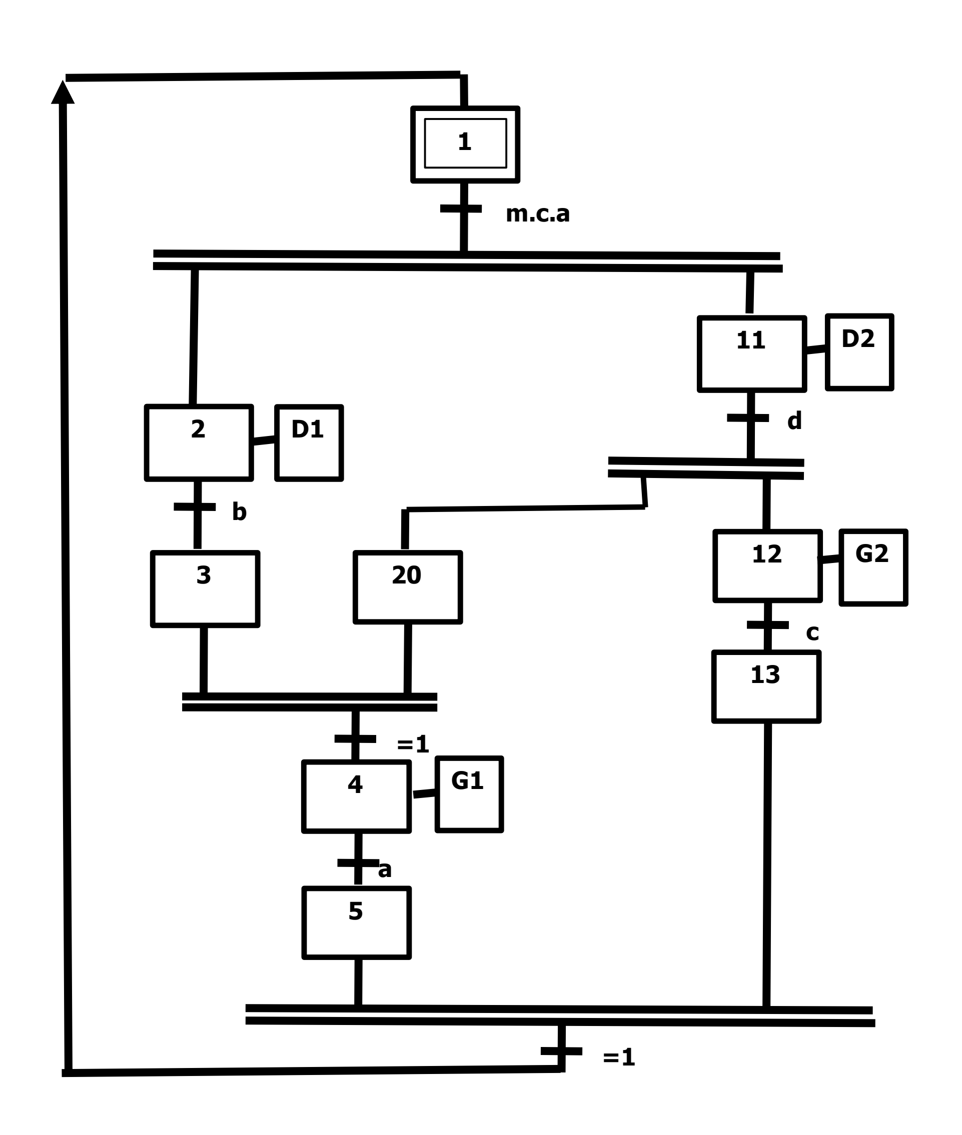
Mémorisation de passage

Solution 1



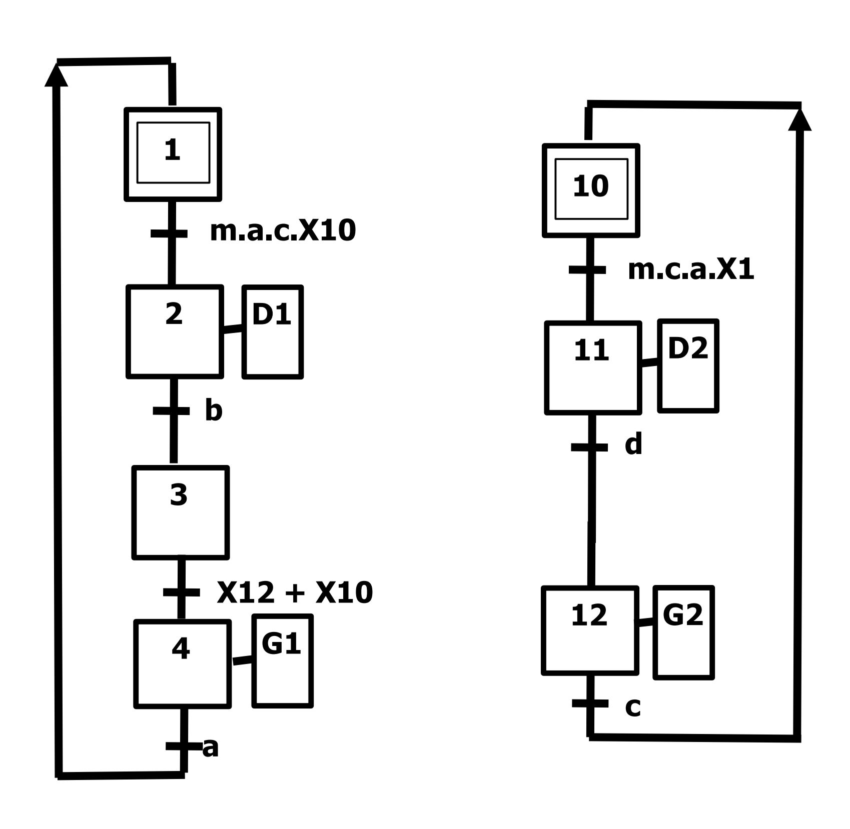
Mémorisation de passage

Solution 2



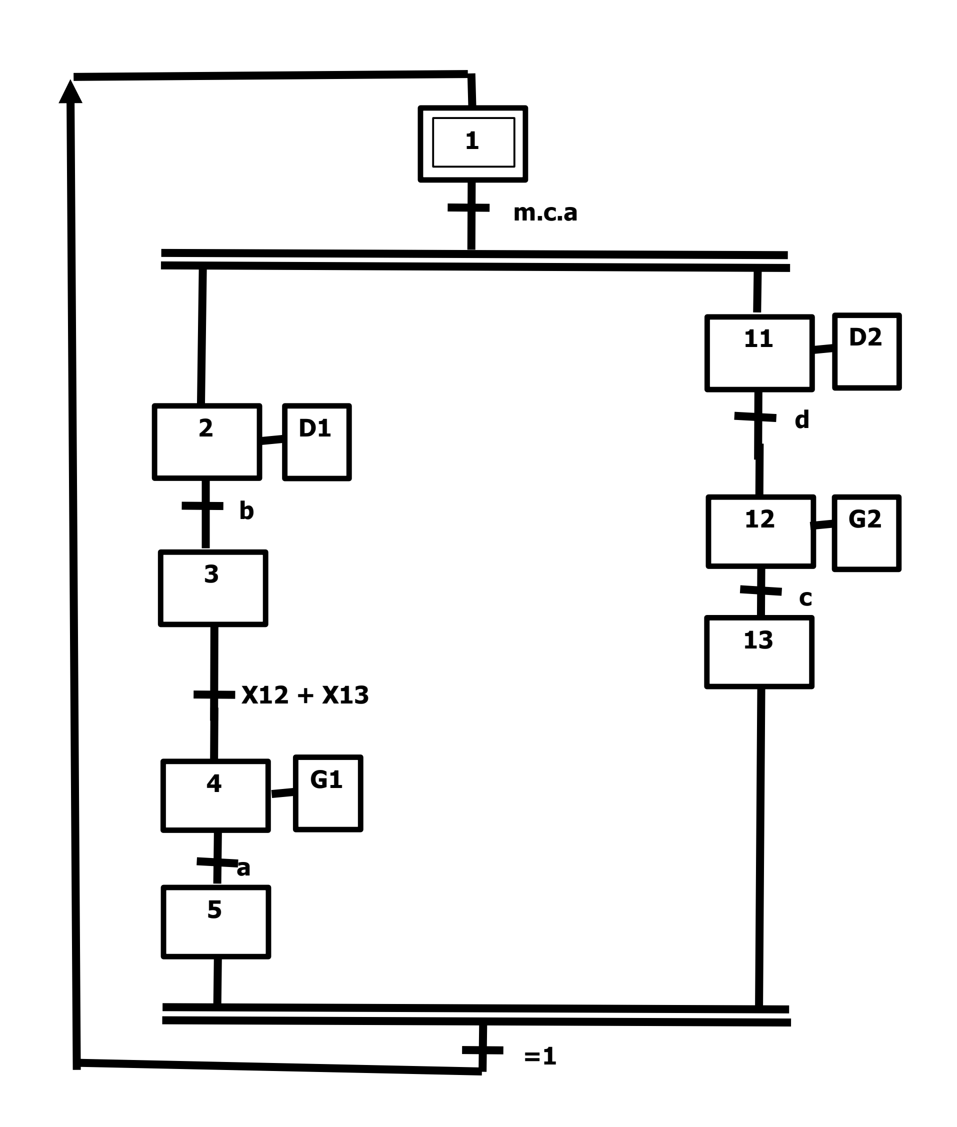
Mémorisation de passage

Solution 3



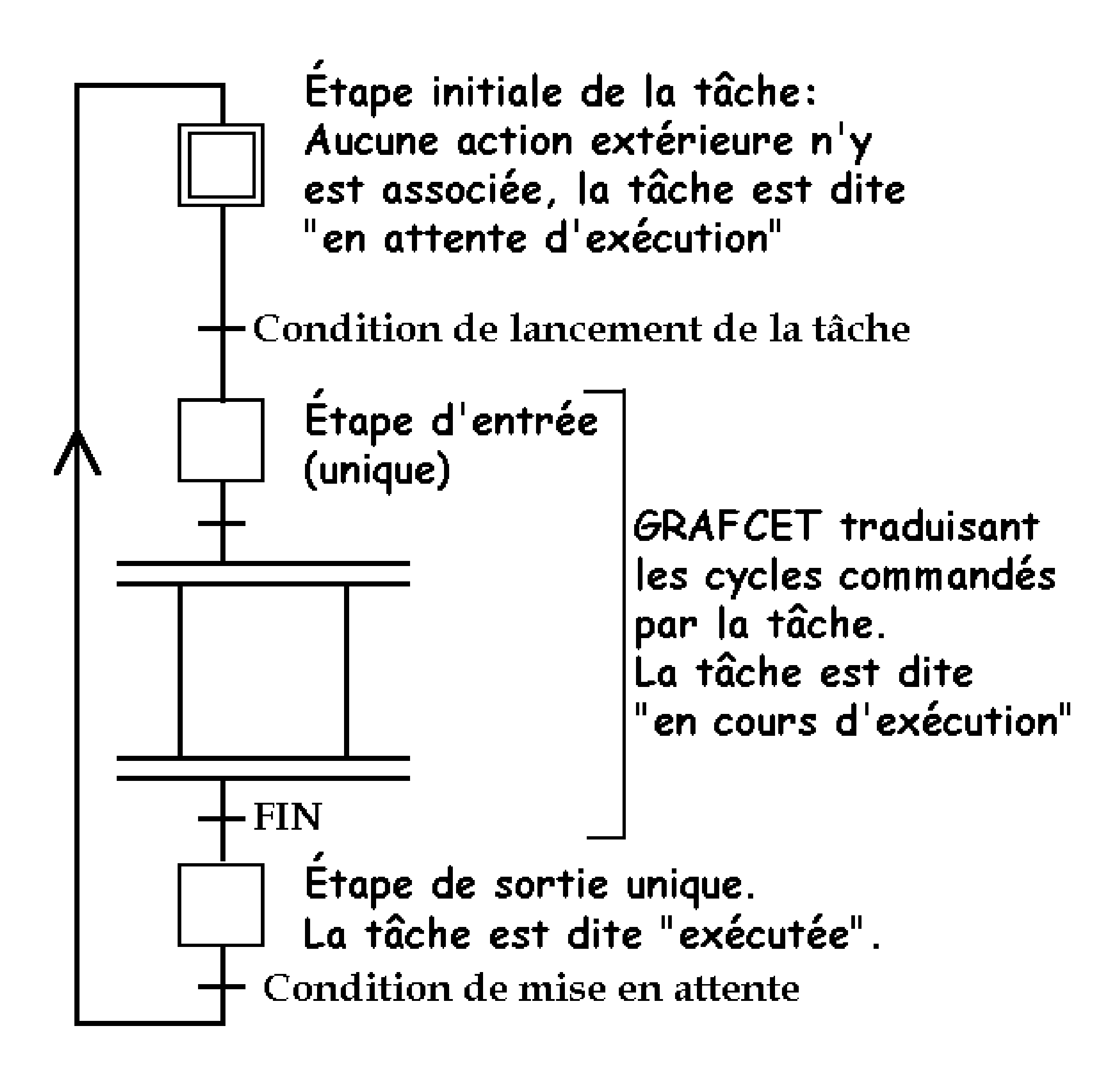
Mémorisation de passage

Solution 4

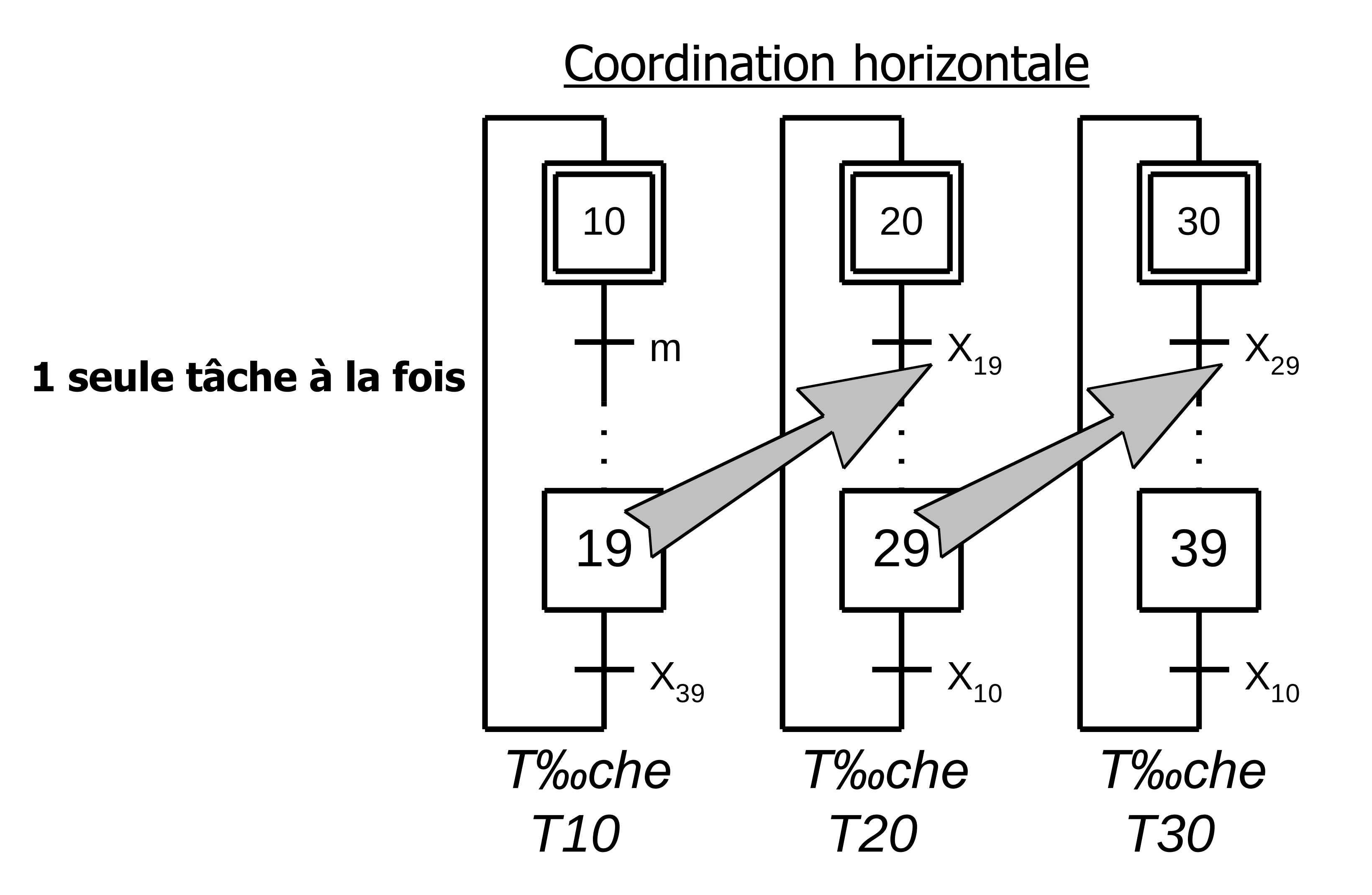


Synchronisation de Grafcet

Notion de Grafcet de tâche



Synchronisation de Grafcets



II.2) Synchronisation de Grafcets

Coordination verticale asynchrone

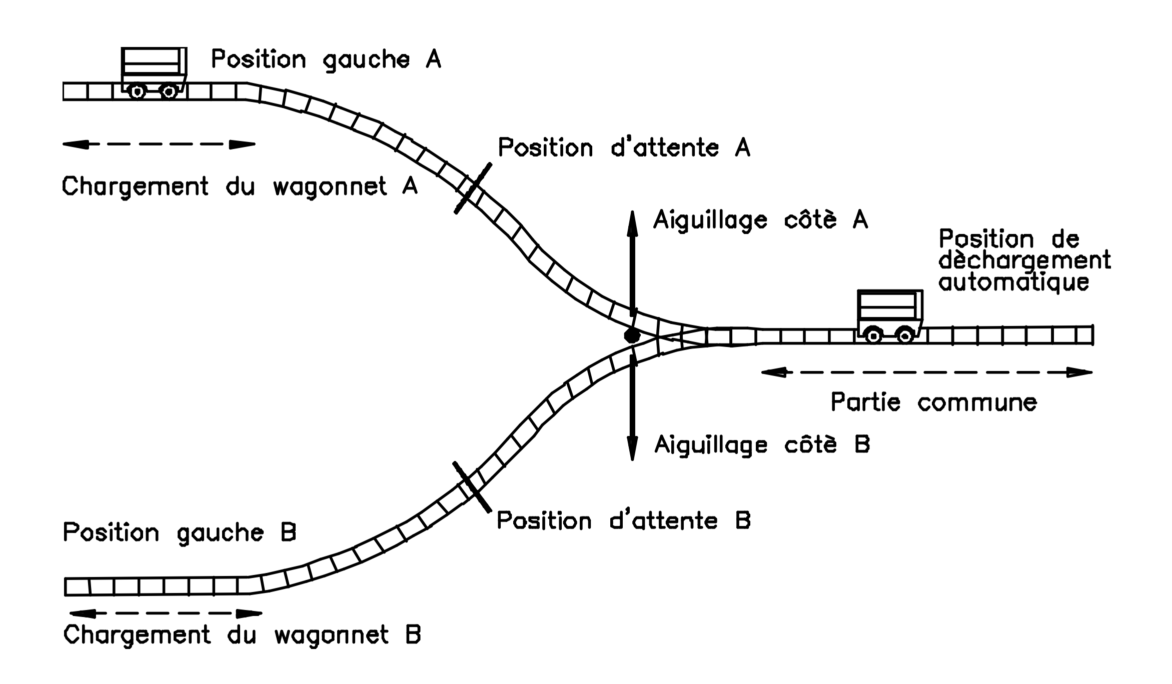
GRAFCET de conduite
GRAFCET esclaves

Séquences exclusives

Partage de ressource – gestion des problèmes d’arbitrage

• **<u>Exemple</u> : Déchargement de deux wagonnets**

Deux wagonnets alimentent le bassin de chargement d’un haut fourneau en empruntant une voie commune.



séquences exclusives

- Le cycle correspondant à un chariot est le suivant :

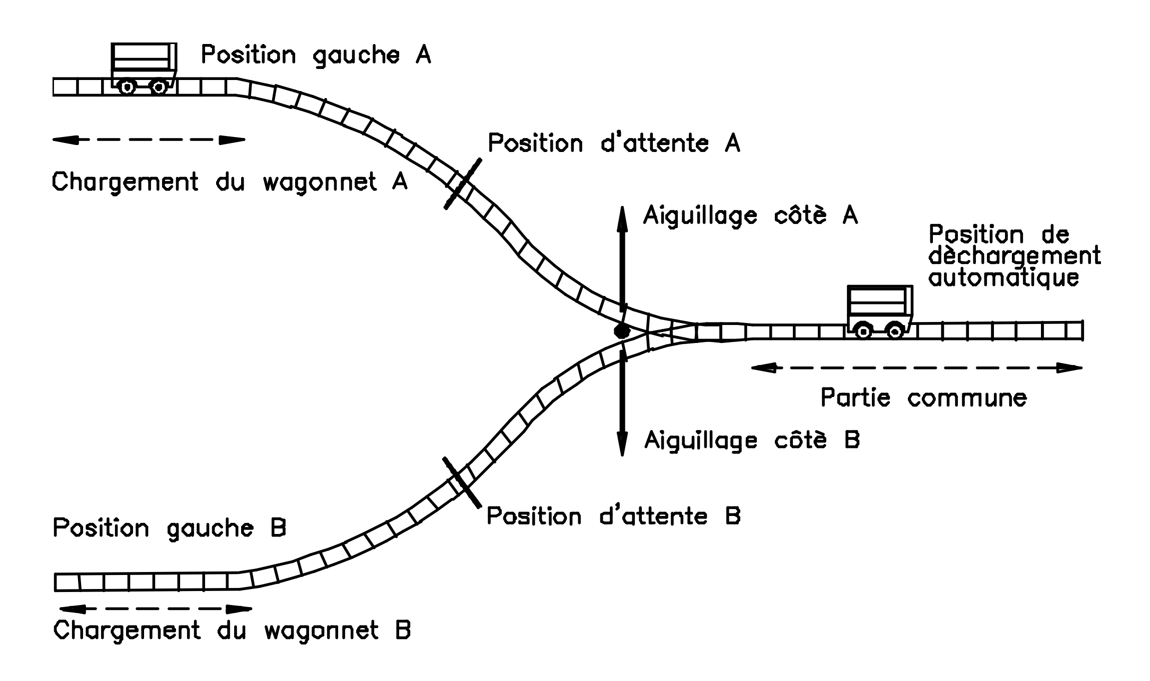
1. Dès que l'opérateur donne l'ordre « départ cycle », le wagonnet considéré effectue automatiquement, dans la zone de chargement, les différents dosages choisis par l'opérateur.

- Le wagonnet se dirige ensuite vers la partie commune et il s'arrête à une position d'attente si celle-ci est occupée, sinon il continue directement en positionnant l'aiguillage sur la position correcte.

- Arrivé à la position de déchargement automatique, il attend 10 secondes avant de retourner à sa position initiale.

- Chaque déchargement d'un wagonnet est comptabilisé en vue d'une gestion journalière.

séquences exclusives



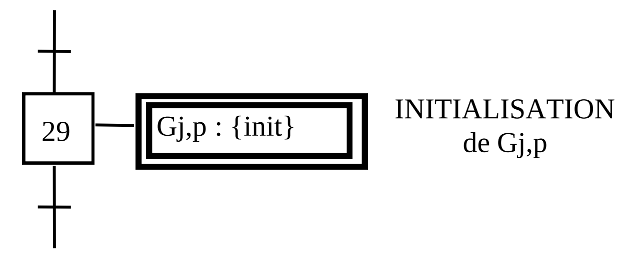
- **<u>Entrées</u> : dcy A, position gauche A, dosage A terminé, position d'attente A, position de déchargement, aiguillage côté A, dcy B, position gauche B, dosage B terminé, position d'attente B, aiguillage côté B**

- **<u>Sorties</u> : Dosage A, Marche avant A, Aiguillage côté A, Marche arrière A, Dosage B, Marche avant B, Aiguillage côté B, Marche arrière B,**

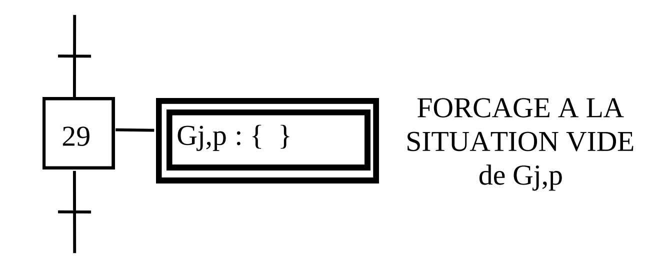
Forçages

L'ordre de forçage est représenté dans un double rectangle

1) Ordre d'initialisation : Les étapes initiales du grafcet partiel forcé sont activées, toutes les autres sont désactivées.

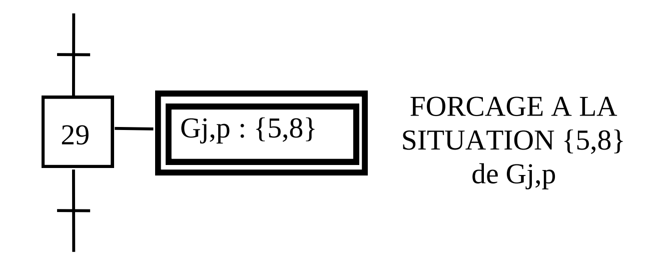


2) Forçage à la situation vide : Les étapes du grafcet partiel forcé sont toutes désactivées ; le redémarrage ne pourra être obtenu que par un autre ordre de forçage.

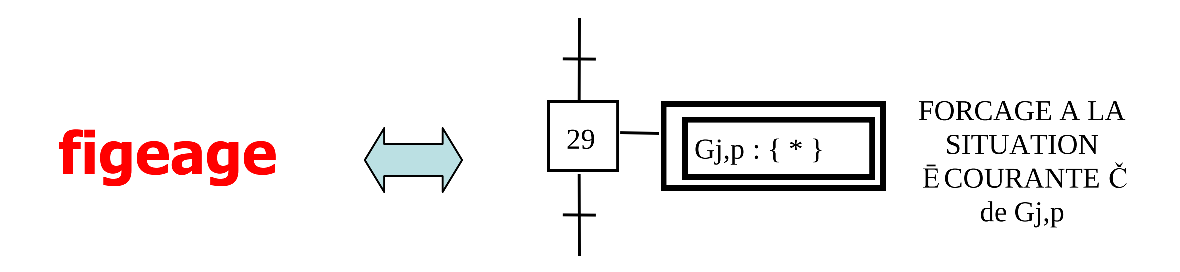


II.3) Structuration par forçage

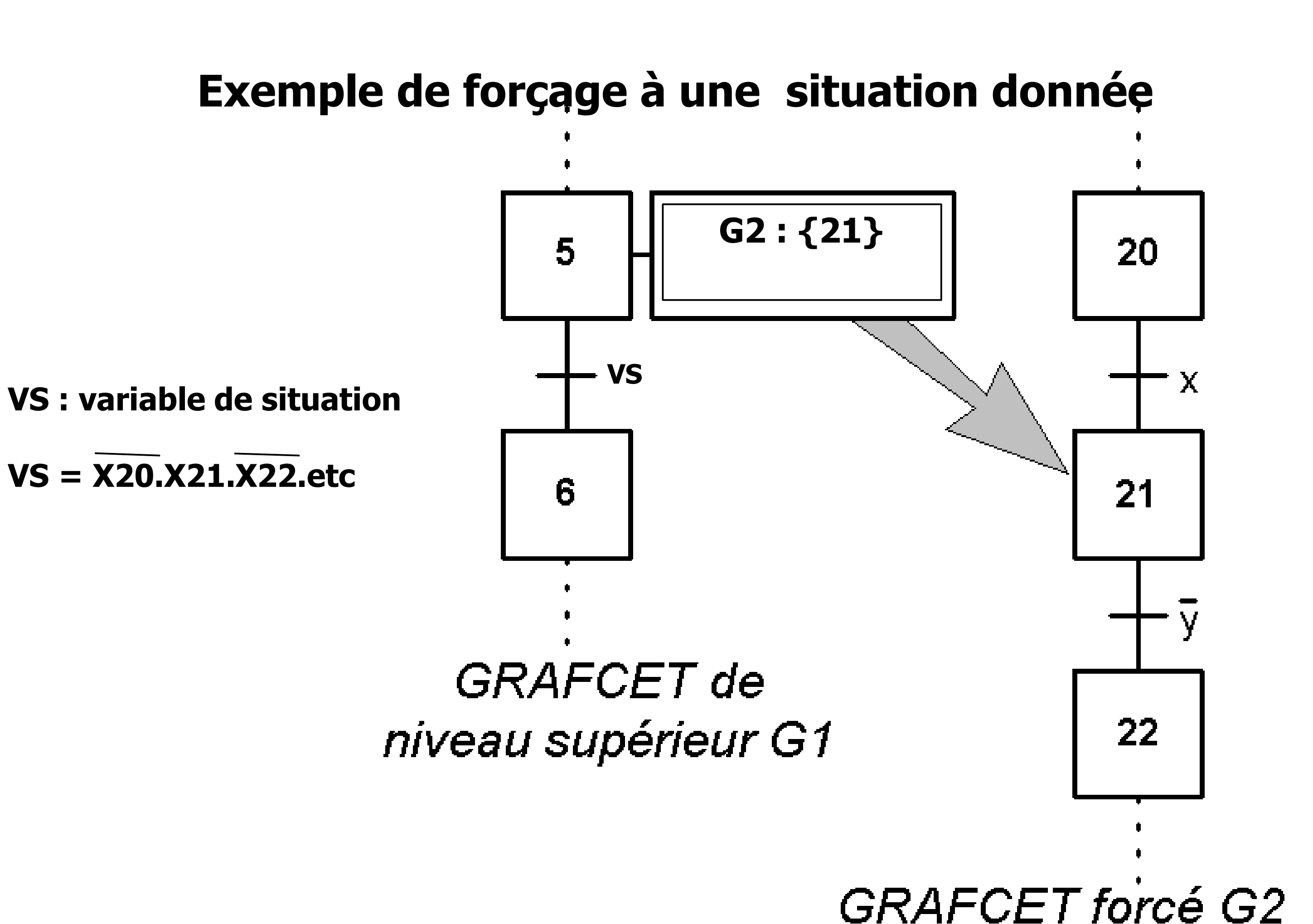
3) Forçage à une situation donnée : Les étapes du grafcet partiel forcé dont les repères sont indiqués entre accolades sont activées, toutes les autres sont désactivées.



4) Forçage à la situation « courante » : Le grafcet partiel forcé garde la situation qu'il avait au moment ou l'ordre de forçage est émis. Une étoile entre parenthèses symbolise la situation forcée.



II.3) Structuration par forçage

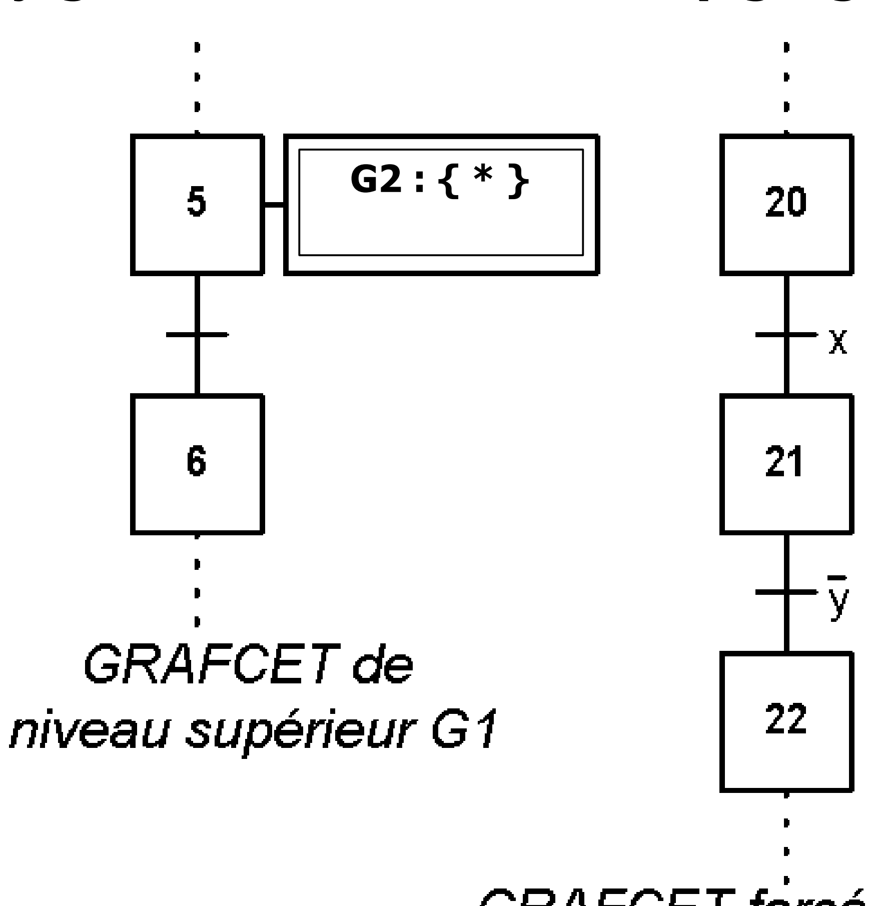


II-3) Structuration par forçage

Exemple de forçage à la situation courante (figeage)

ATTENTION:

Les actions se poursuivent pendant le figeage



Notions de point de vue

Différents points de vue
Point de vue « fonctionnel » (utilisateurs) → « ouvrir porte »
Point de vue « procédé » (concepteurs) → « sortir vérin »
Point de vue « commande » (automaticiens) → « A+ »

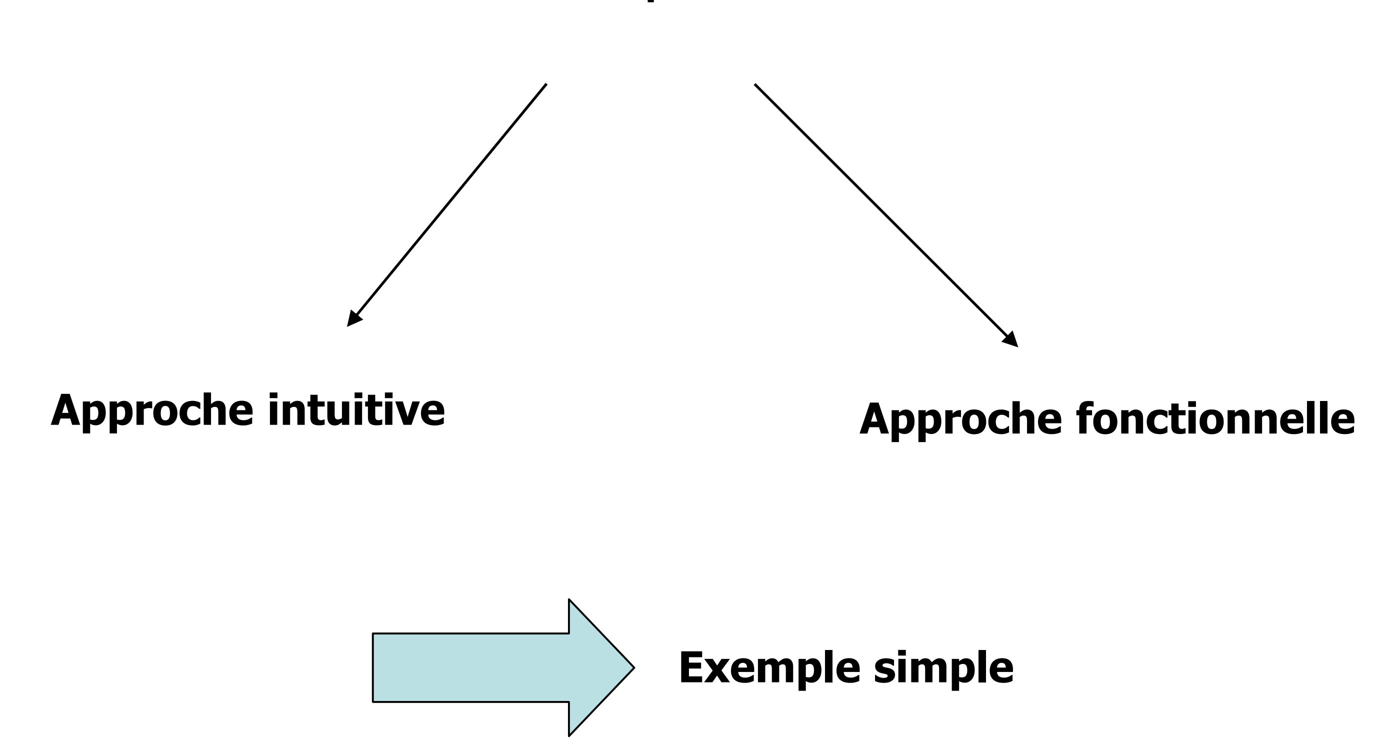
Par abus de langage, on parle de deux niveaux de représentation du GRAFCET :

Niveau #1: Représentation comportement dynamique PC (concepteurs)

Niveau #2: Spécifications technologiques (automaticiens)

Approche fonctionnelle

- Conception de la commande



Approche fonctionnelle

PLAN

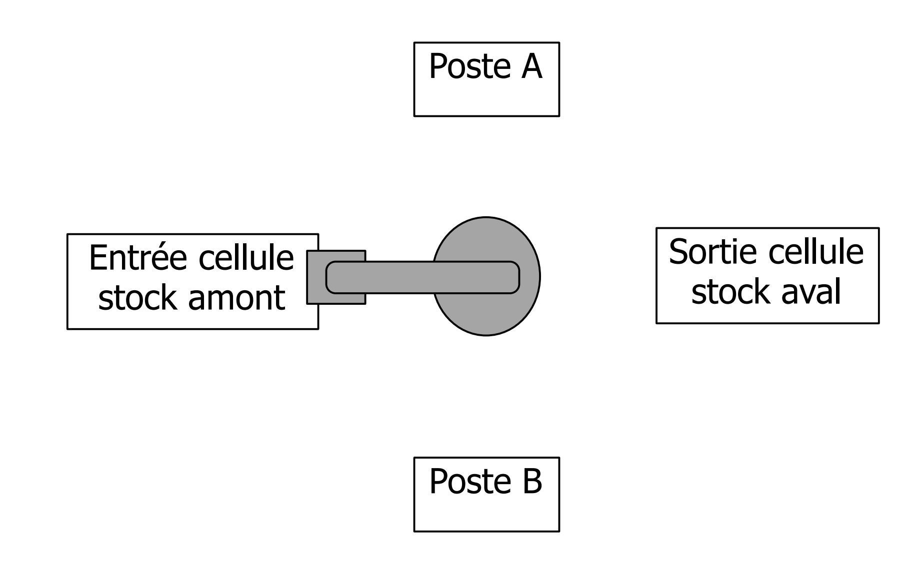
- I) Cahier des charges
- II) Approche intuitive
- III) Approche fonctionnelle
- IV) Conclusion

PLAN

- I) Cahier des charges
- II) Approche intuitive
- III) Approche fonctionnelle
- IV) Conclusion

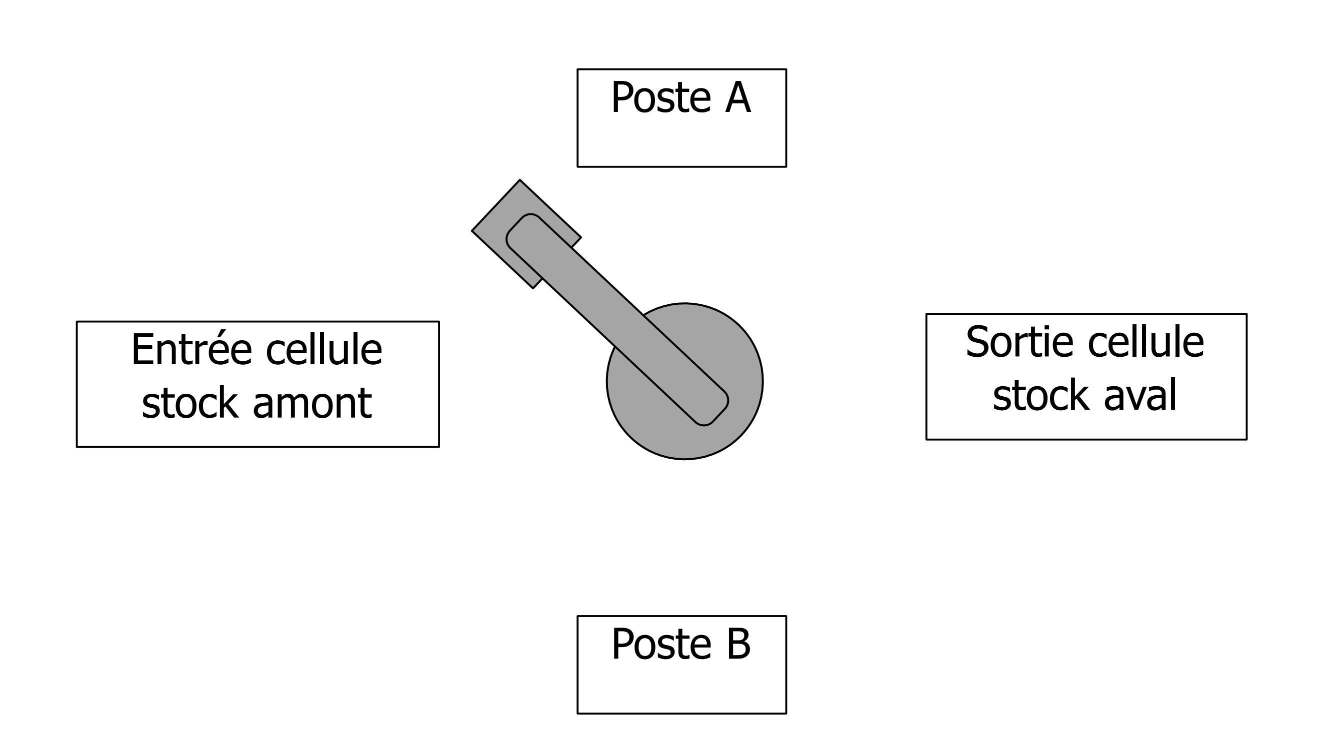
I) Cahier des charges

Soit un robot chargé de gérer un flux de pièces à travers une cellule composée de 2 postes :
les pièces qui se présentent en amont de cette cellule subissent une opération qui peut être réalisée aussi bien sur le poste A que sur le poste B, avant de rejoindre le stock en aval.



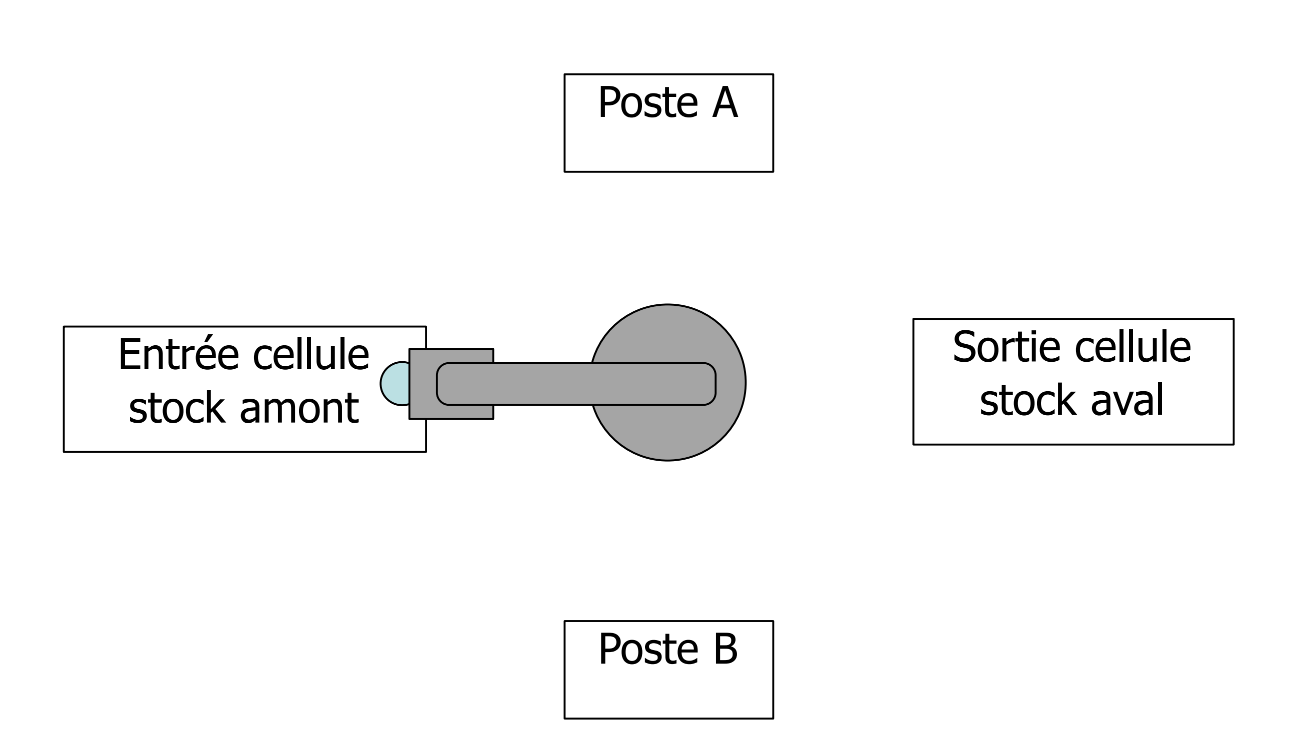
I) Cahier des charges

Le robot est en attente de l'arrivée d'une pièce au stock amont.



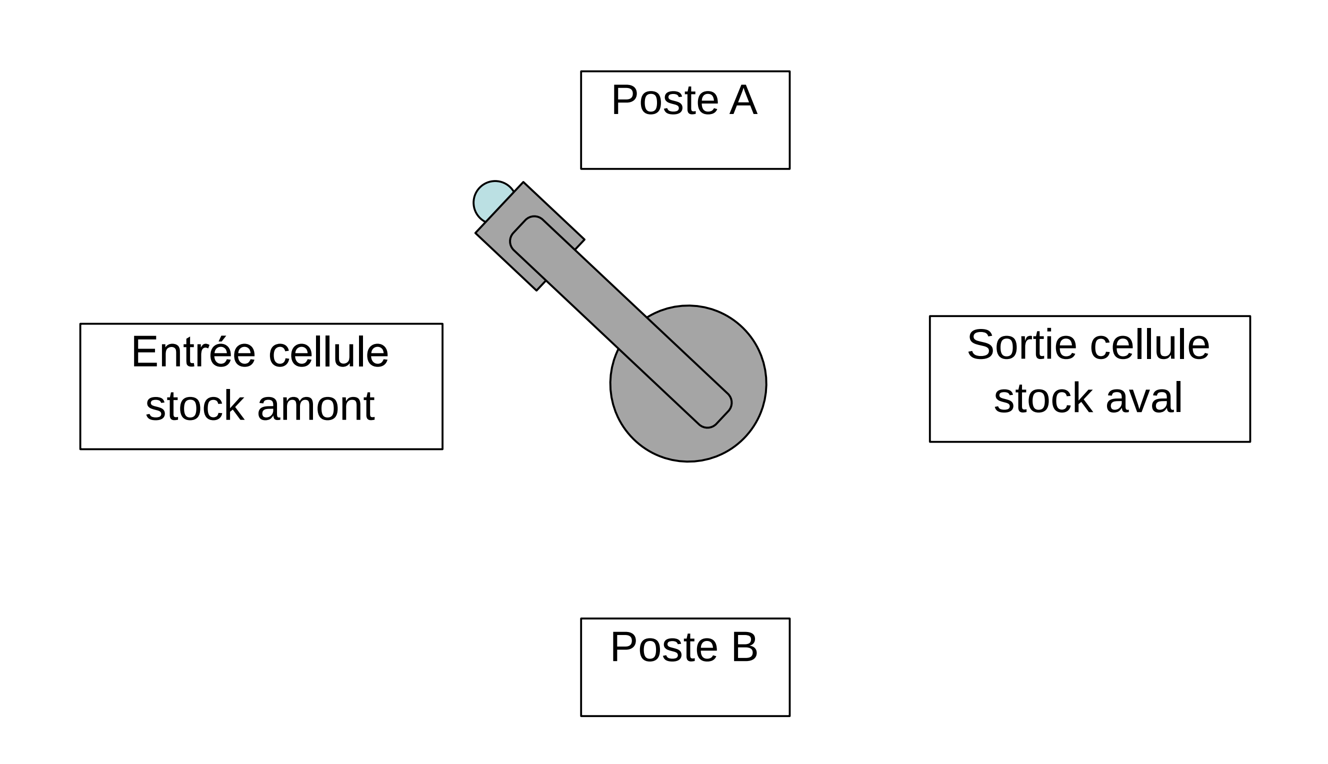
I) Cahier des charges

Une pièce se présente. Le robot la saisit.



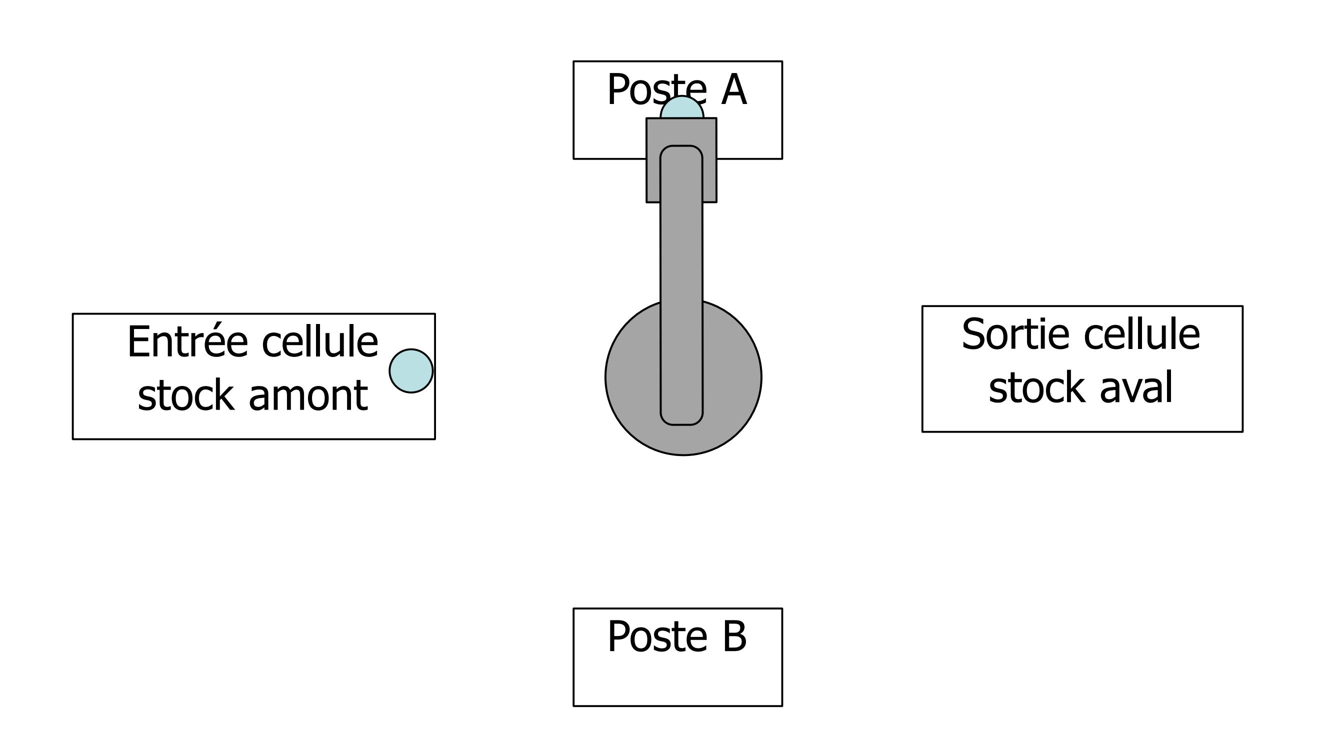
I) Cahier des charges

Il la transporte vers un poste libre (poste A par exemple).



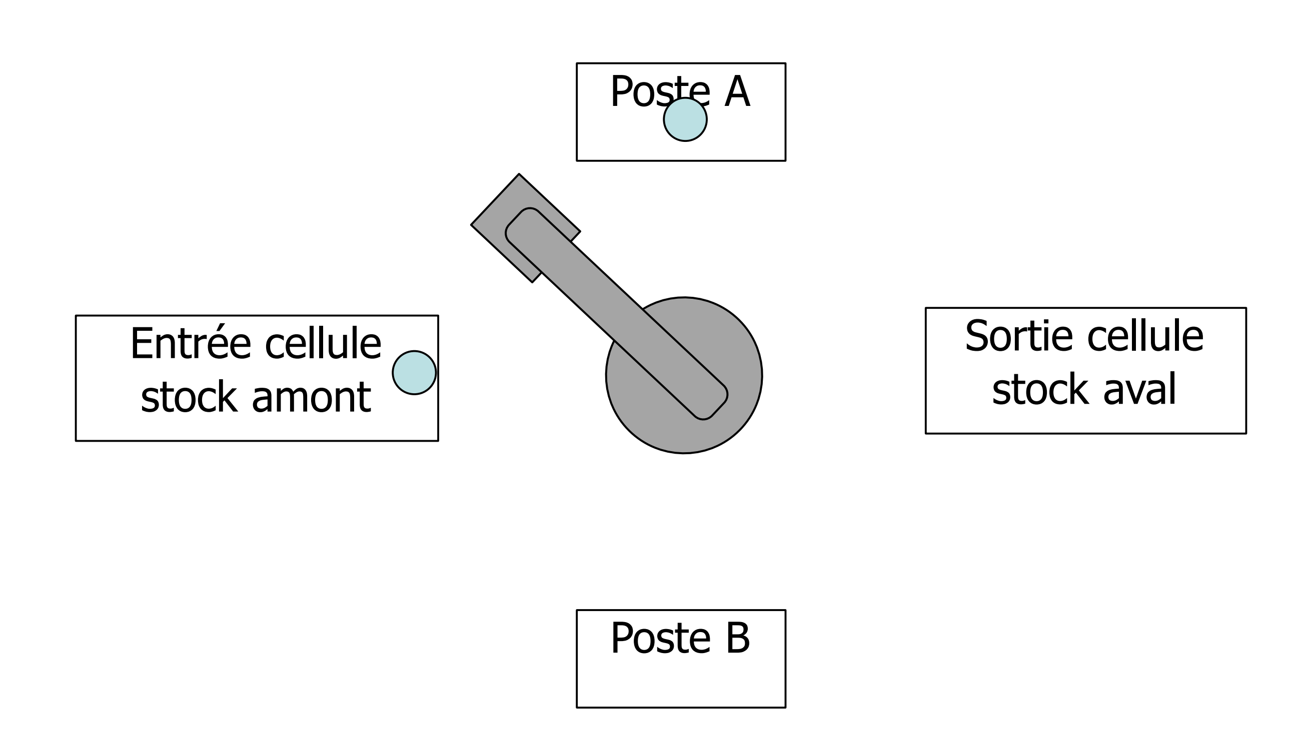
I) Cahier des charges

Le robot dépose la pièce sur le poste A.
Entre-temps, une autre pièce s'est présentée au stock amont.



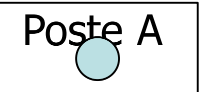
I) Cahier des charges

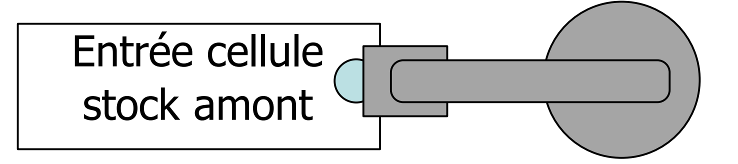
Le robot se présente au stock amont.
(Le poste A travaille).



I) Cahier des charges

Le robot saisit la
pièce.



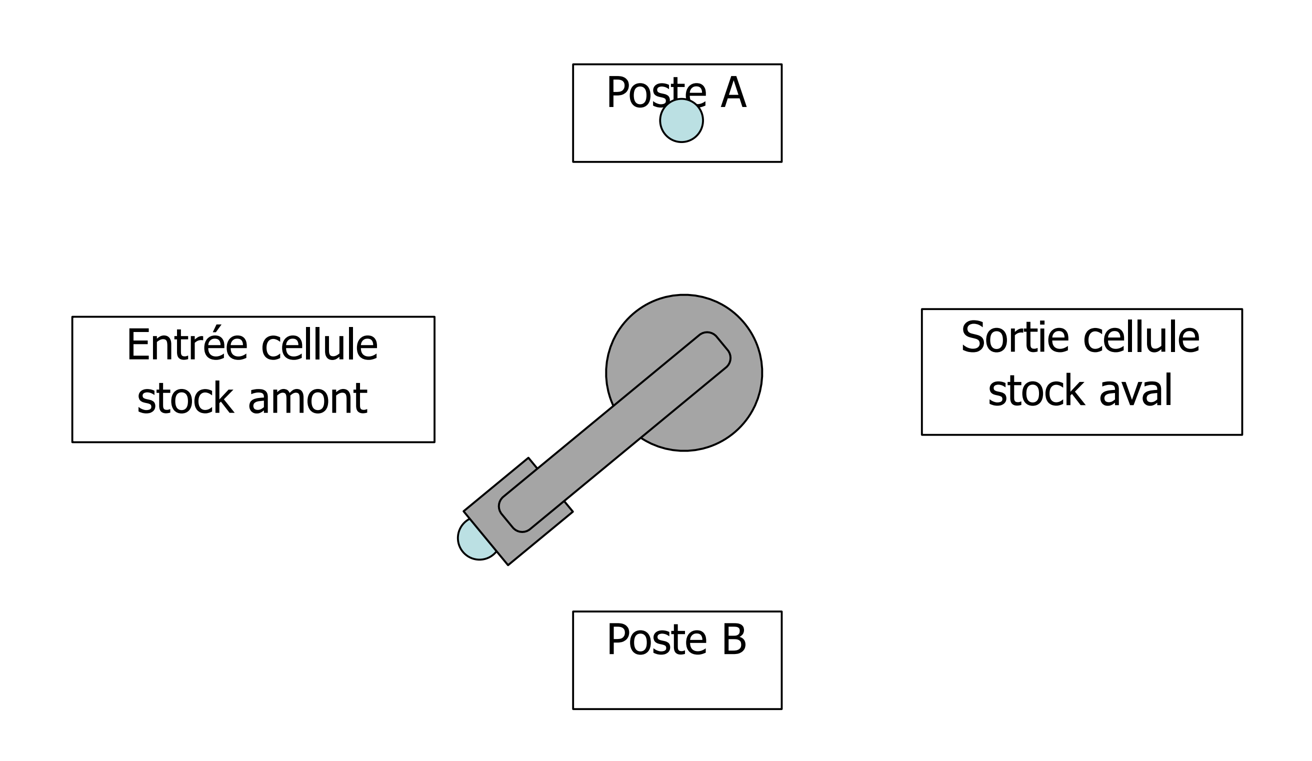


Sortie cellule
stock aval

Poste B

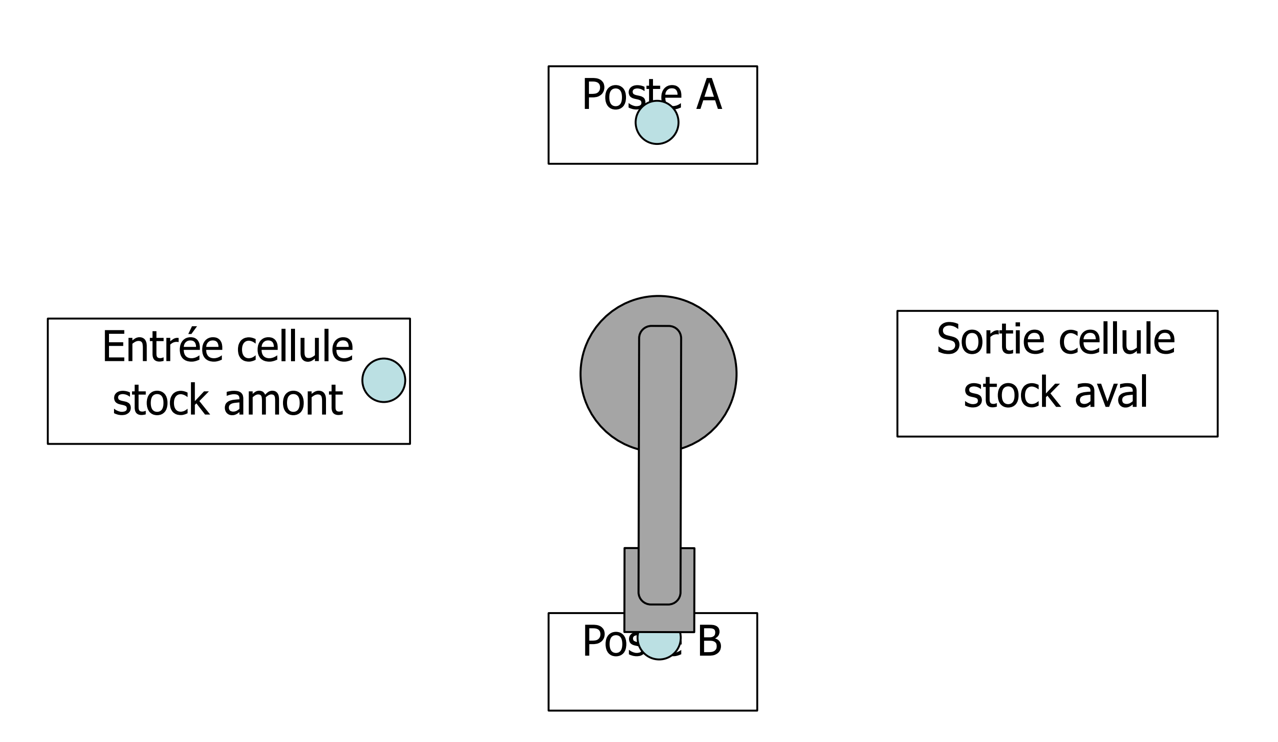
I) Cahier des charges

Le robot transporte la pièce vers le poste libre.
(Poste B, puisque A est occupé)



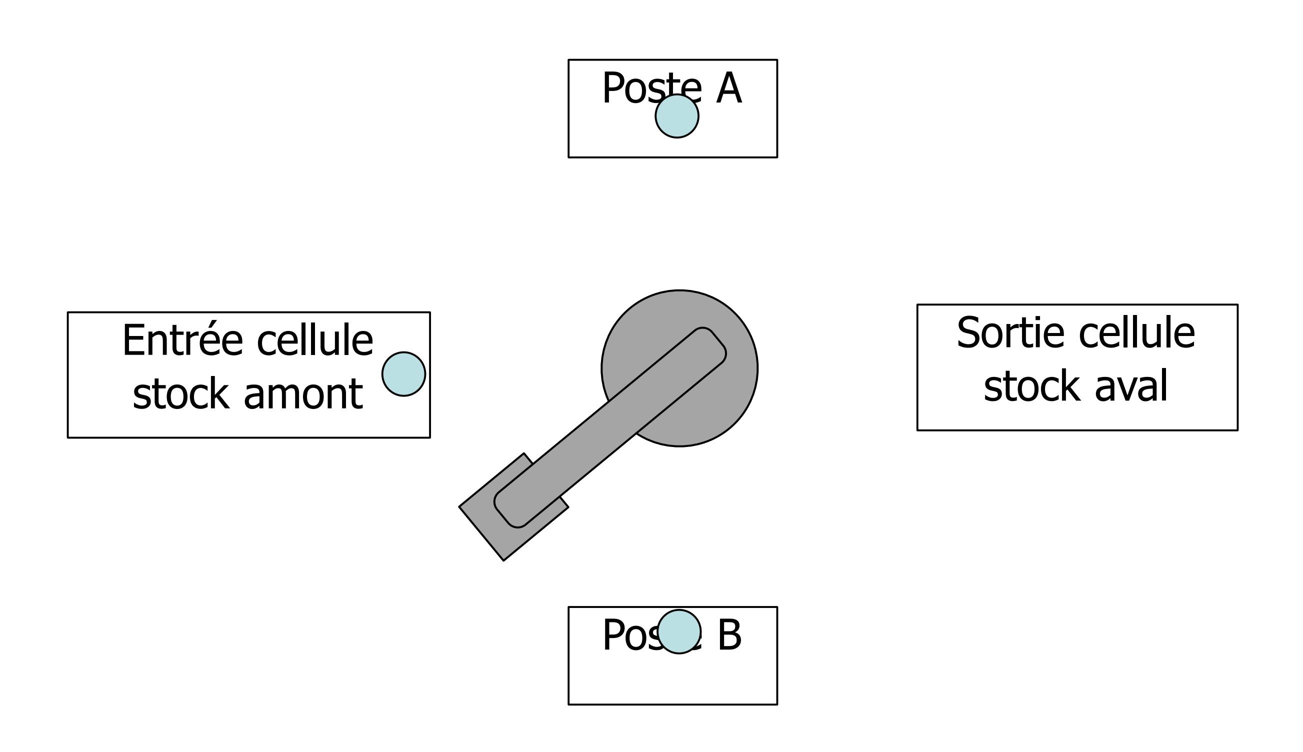
I) Cahier des charges

Le robot dépose la pièce sur le poste B.
Entre-temps, une autre pièce s’est présentée au stock amont,
mais plus aucun poste n’est libre : le robot est en attente.



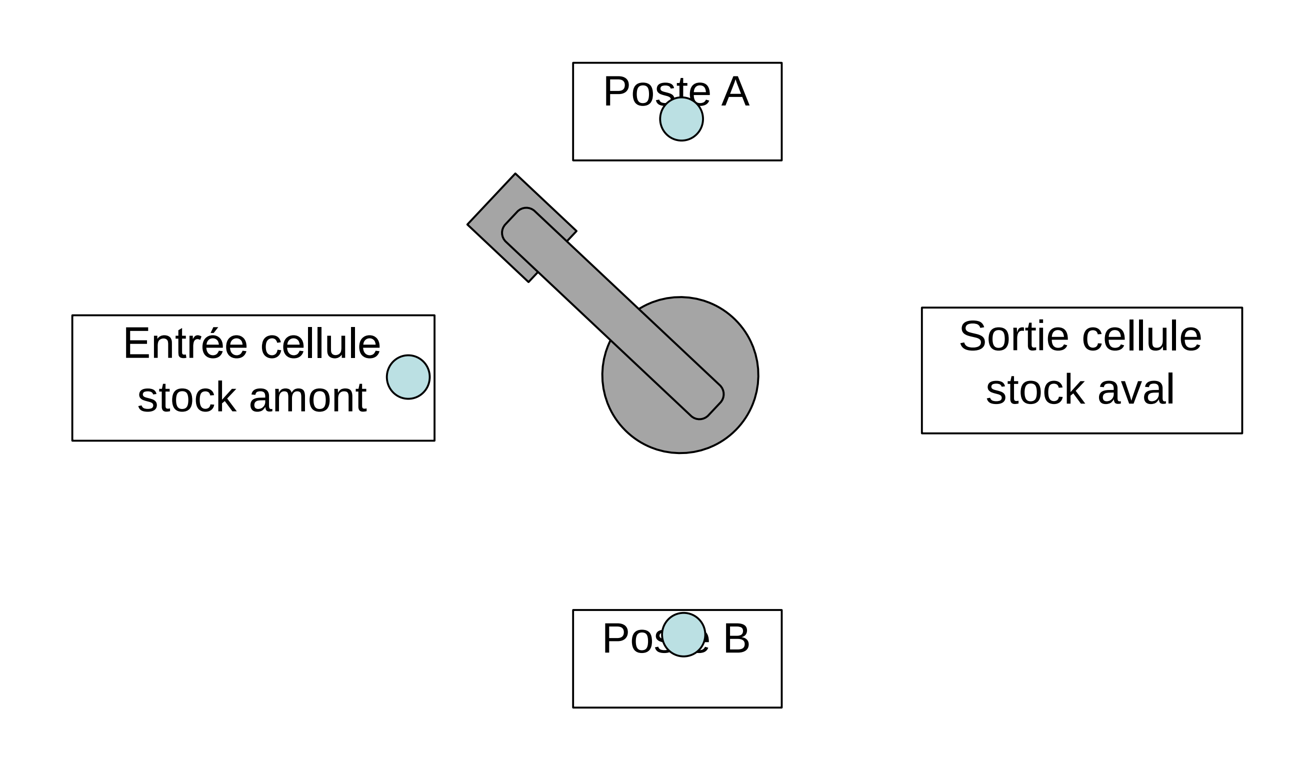
I) Cahier des charges

Le travail sur le poste A s’est terminé.
Le robot réagit.



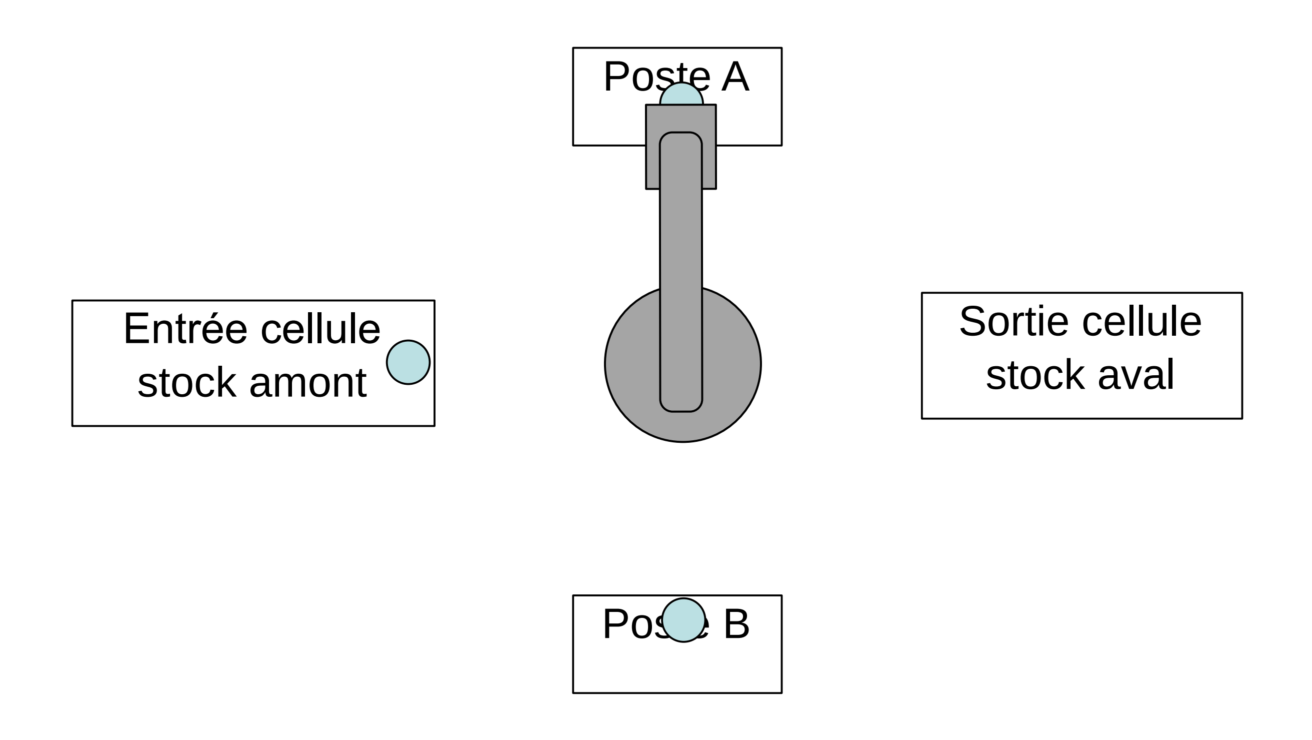
I) Cahier des charges

Le robot se présente au poste A.



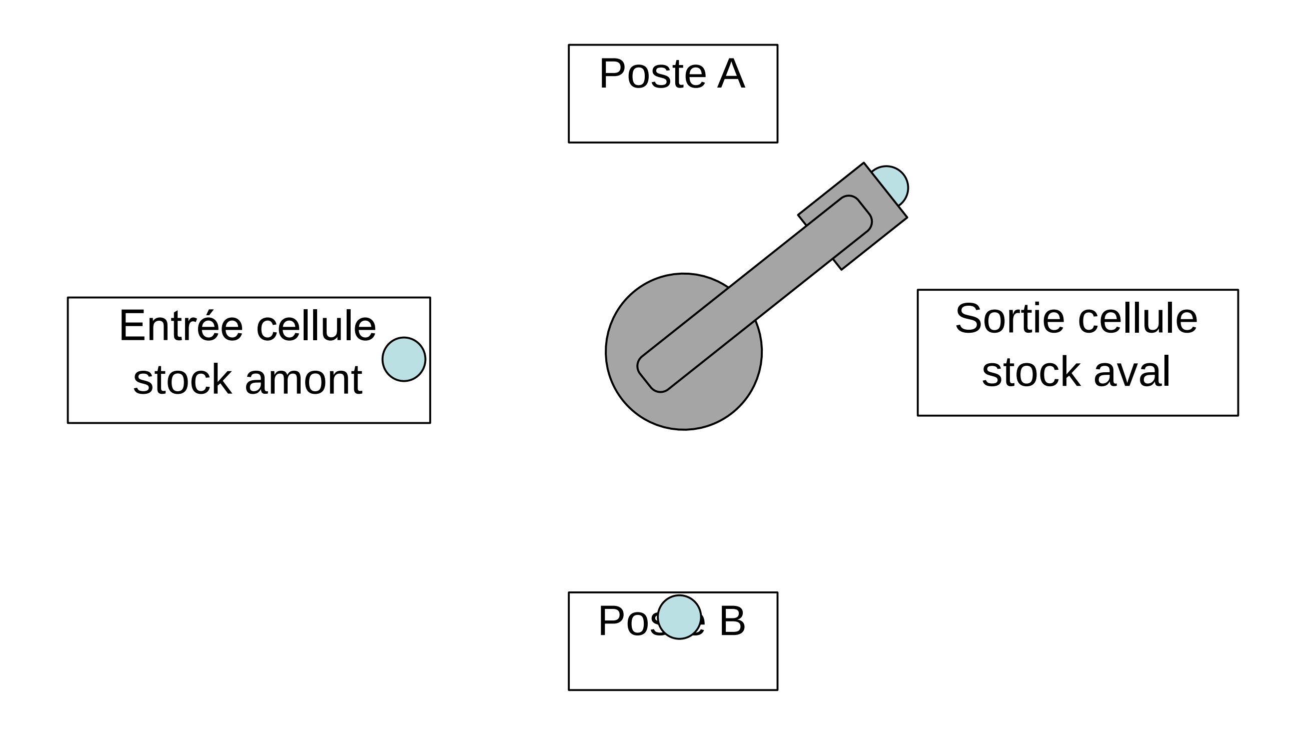
I) Cahier des charges

Le robot saisit la pièce au poste A ...



I) Cahier des charges

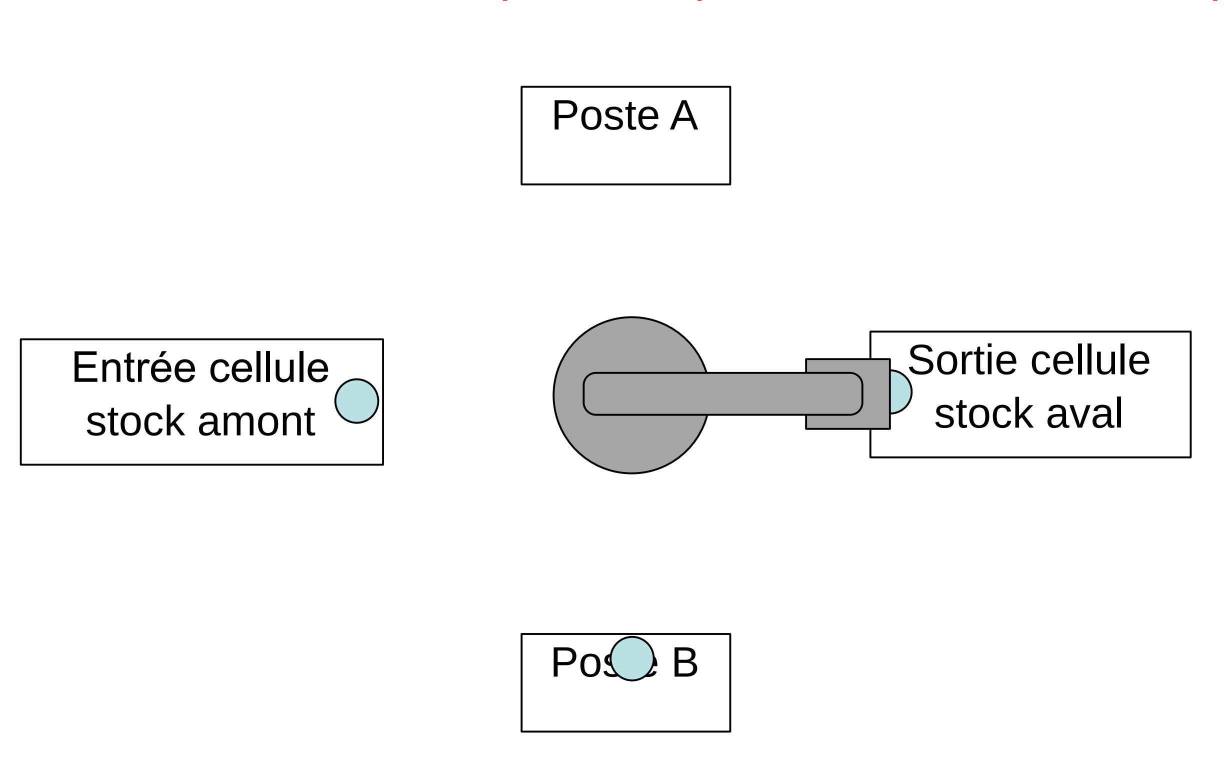
… puis la transporte vers la sortie de la cellule ...



I) Cahier des charges

… pour l’y déposer.

Le robot peut maintenant s’occuper soit de la pièce au stock amont, soit de la pièce du poste B selon l'ordre de priorité.



Le GRAFCET (fin)

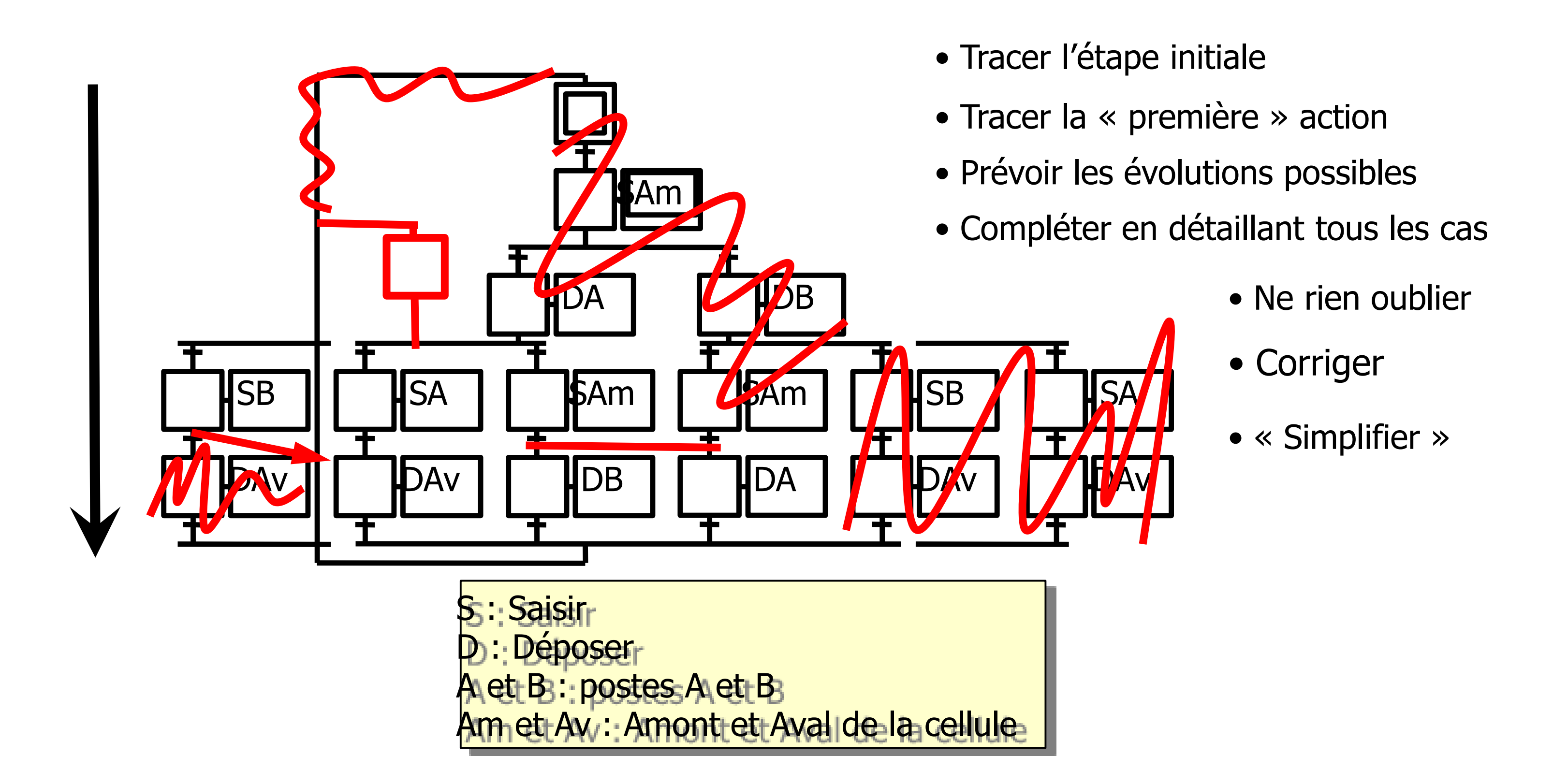
PLAN

- I) Cahier des charges
- II) Approche intuitive
- III) Approche fonctionnelle
- IV) Conclusion

II) Approche intuitive

Méthode habituellement utilisée pour résoudre ce type de problèmes ...

Tracer une première version, puis compléter et corriger



II) Approche intuitive

Cette façon de procéder n'est pas efficace car :

- Démarche est sans rigueur

- Plusieurs phases d'essais sont nécessaires et conduisent à un tracé peu clair

- Des erreurs peuvent être encore présente :

  « a-t-on suffisamment corrigé-amélioré ? »

  « a-t-on prévu tous les cas ? »

Le GRAFCET (fin)

PLAN

- I) Cahier des charges
- II) Approche intuitive
- III) Approche fonctionnelle
- IV) Conclusion

III) Approche fonctionnelle

Méthode

- Référencer les Entrées et les Sorties
- Analyse fonctionnelle
- définition de la fonction principale
- décomposition et définition des sous-fonctions avec mise en évidence des structures de base du grafcet (ébauche)
- Synthèse : structure générale du grafcet
- Définition des réceptivités
- ...

III) Approche fonctionnelle

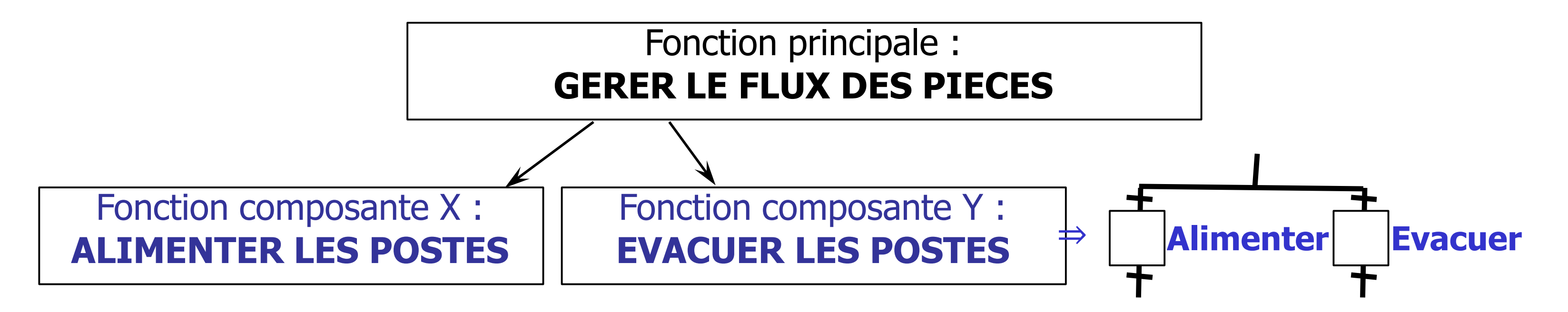
Définition de la fonction principale : niveau 1

Fonction principale :
GERER LE FLUX DES PIECES

Dans la formulation des fonctions, on veillera à utiliser un vocabulaire général, ne faisant PAS référence à la technologie employée

III) Approche fonctionnelle

Décomposition de la fonction principale : niveau 2



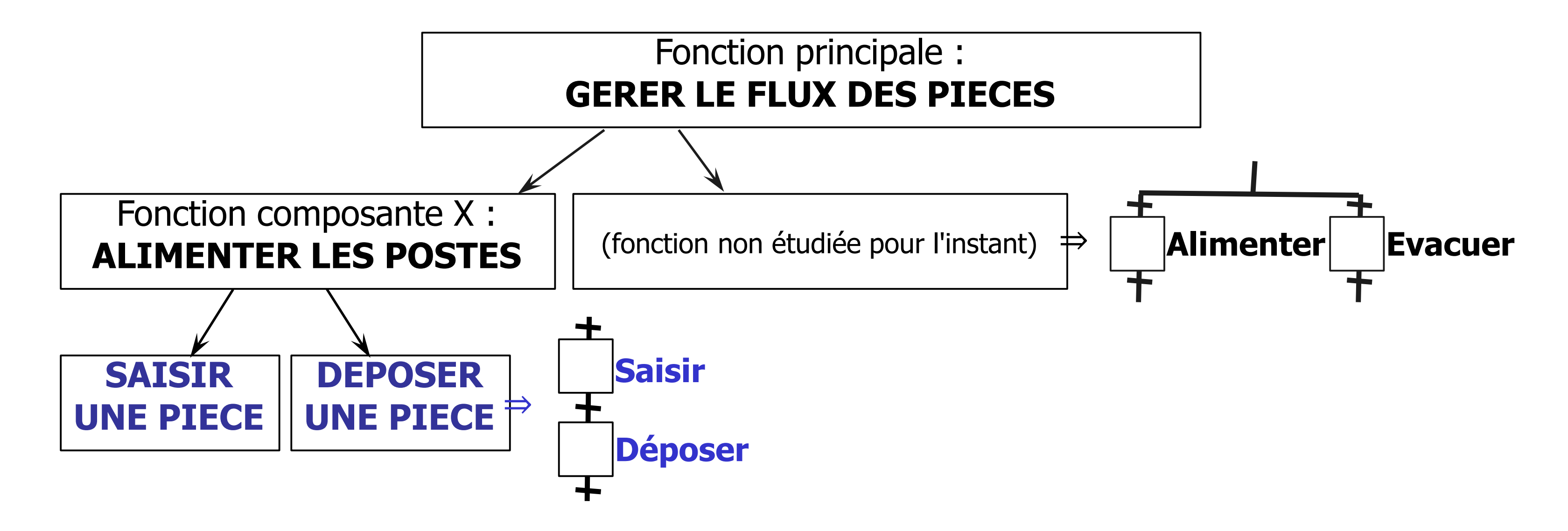
La synchronisation de ces fonctions est représentée par l'ébauche d'un **grafcet à sélection de séquences** car le robot peut être amené :

- soit à alimenter
- soit à évacuer un poste

sans qu'une quelconque chronologie soit systématique.

III) Approche fonctionnelle

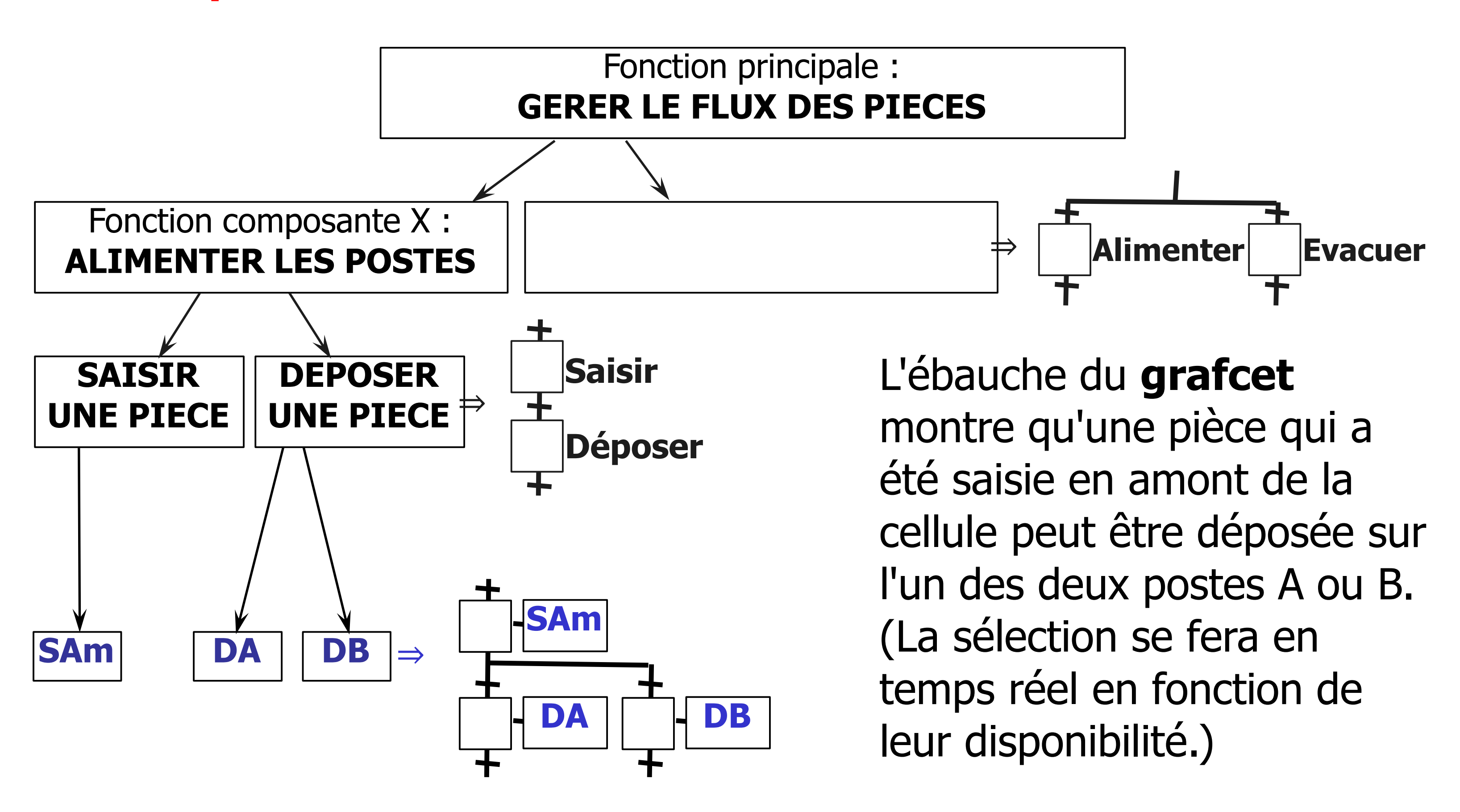
Décomposition des fonctions du niveau 2 : niveau 3



A ce niveau d'analyse, l'ébauche du **grafcet** est de **structure linéaire** puisqu'une saisie est NECESSAIREMENT suivie d'une dépose et inversement.

III) Approche fonctionnelle

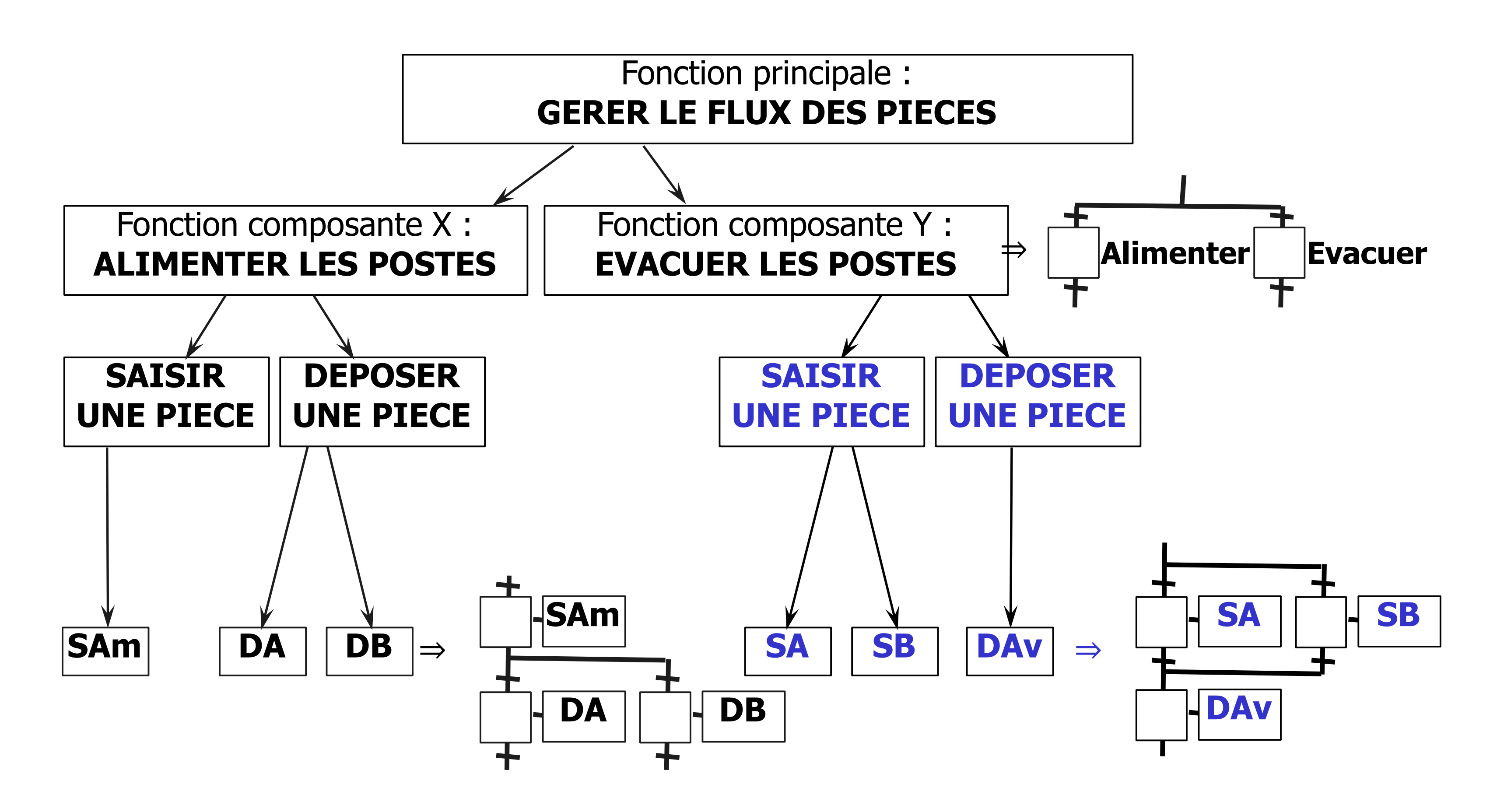
Décomposition des fonctions du niveau 3 : niveau 4



L'ébauche du **grafcet** montre qu'une pièce qui a été saisie en amont de la cellule peut être déposée sur l'un des deux postes A ou B. (La sélection se fera en temps réel en fonction de leur disponibilité.)

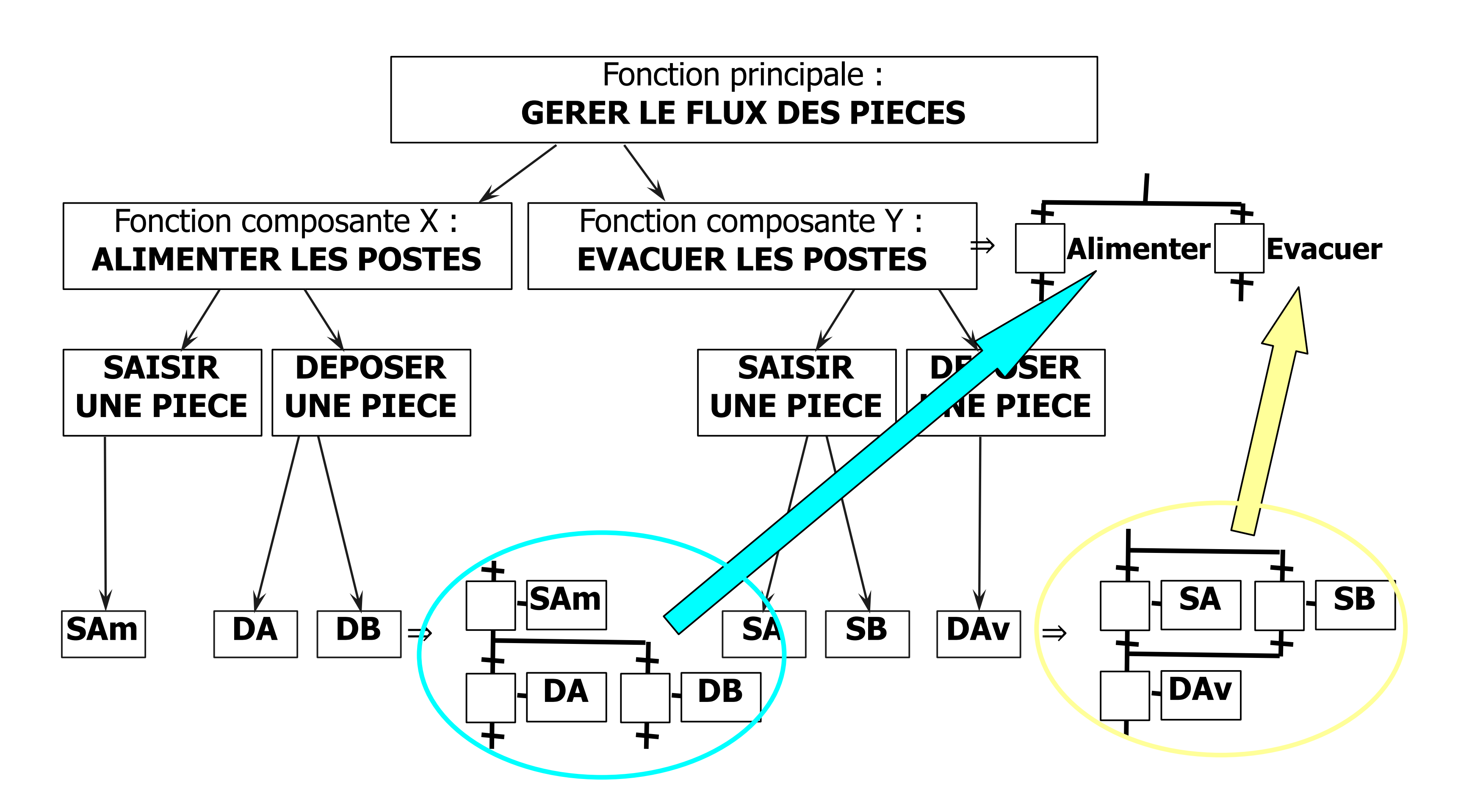
III) Approche fonctionnelle

... même analyse pour la fonction EVACUER ...



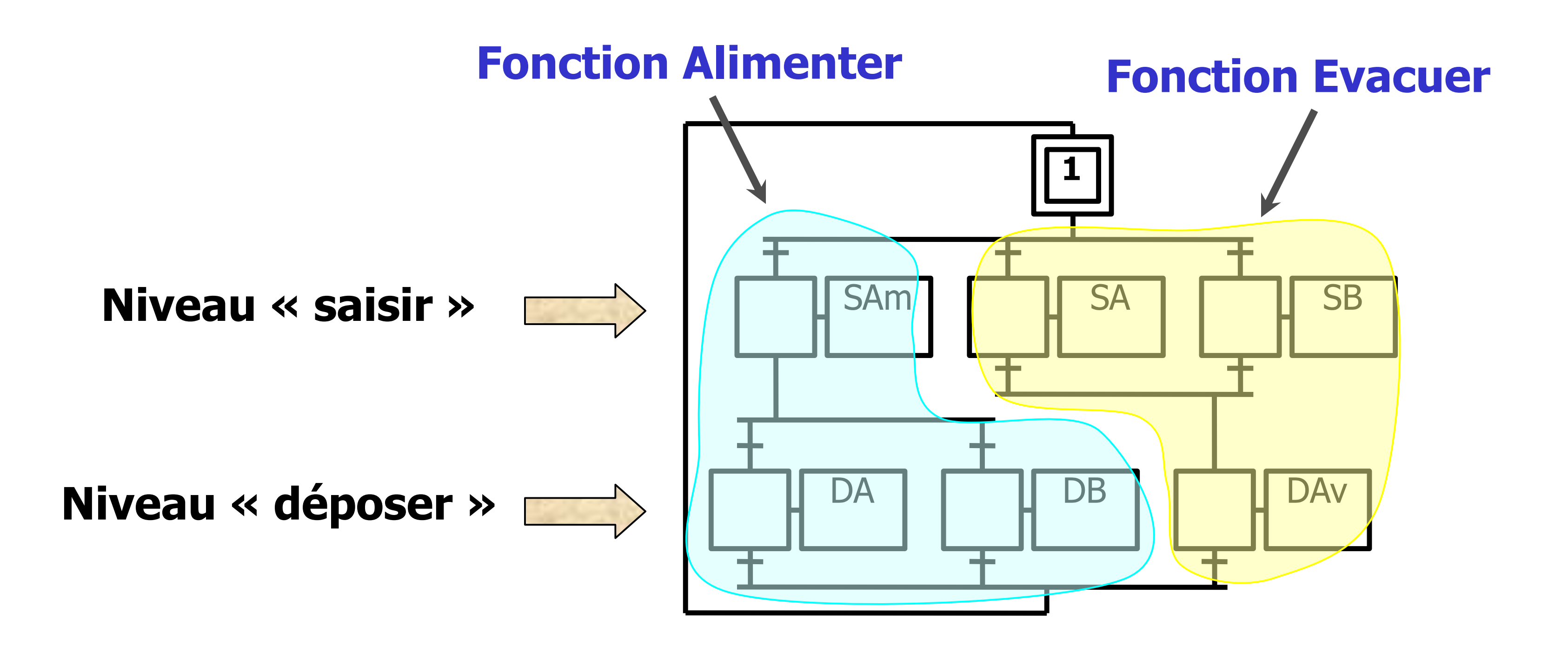
III) Approche fonctionnelle

Synthèse : consiste à "assembler les morceaux du puzzle"



III) Approche fonctionnelle

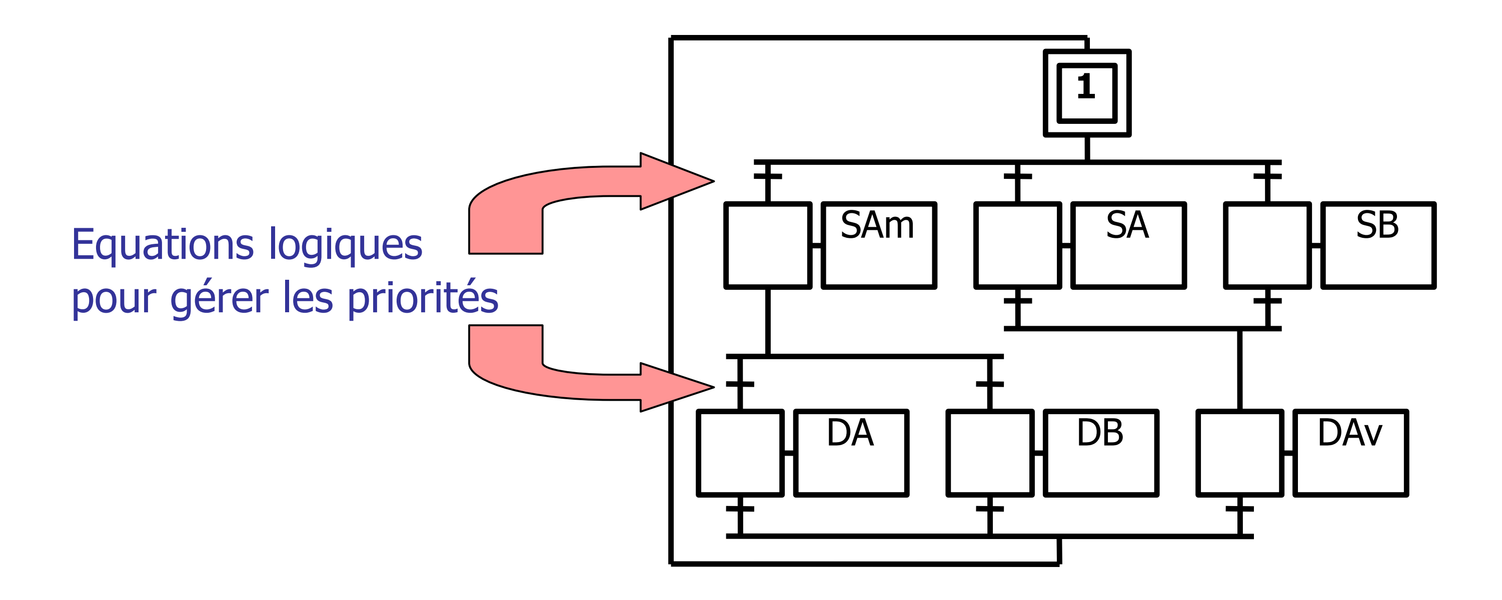
On obtient ainsi la structure générale du grafcet



III) Approche fonctionnelle

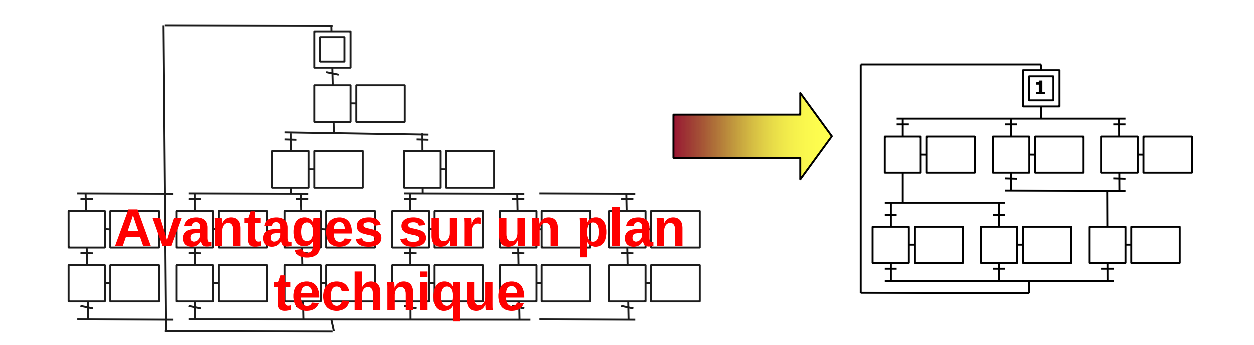
On complète seulement maintenant par les réceptivités

Equations logiques
pour gérer les priorités



Selon le besoin, on augmente la flexibilité du système en utilisant des structures de données en complément du grafcet

III) Approche fonctionnelle



- **Interprétation claire**
- **Structure stable**
- **Mise au point progressive des conditions d'évolution**
- **Amélioration de la flexibilité**

III) Approche fonctionnelle

Avantages sur un plan technique

- **Interprétation claire**

… la structure du grafcet reste très lisible, même si le fonctionnement de la cellule peut sembler aléatoire et compliqué

- **Structure stable**

… la complexité du grafcet ne croît pas lorsque le nombre de postes augmente

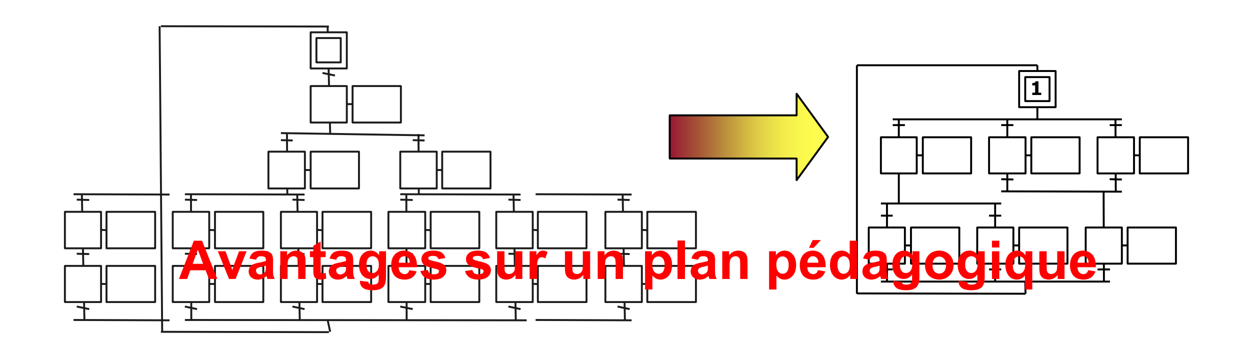
- **Mise au point progressive des conditions d'évolution**

… au fur et à mesure de l'exploitation de la cellule, il est très commode d'affiner son fonctionnement, simplement en ajoutant ou en modifiant des conditions au niveau des réceptivités

- **Amélioration de la flexibilité**

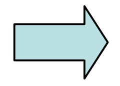
… en utilisant des structures de données de type recettes ou files d'attente, on permet une plus large flexibilité. Ce point est largement illustré dans l'ouvrage.

III) Approche fonctionnelle



Avantages sur un plan pédagogique

- **Approche raisonnée**
- **Importance de l'effort d'analyse**



Il ne faut pas "foncer tête baissée" dans la programmation !

Le GRAFCET (fin)

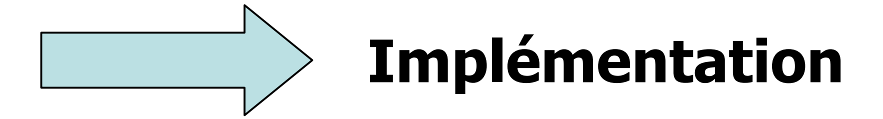
PLAN

- I) Cahier des charges
- II) Approche intuitive
- III) Approche fonctionnelle
- IV) Conclusion

IV) Conclusion

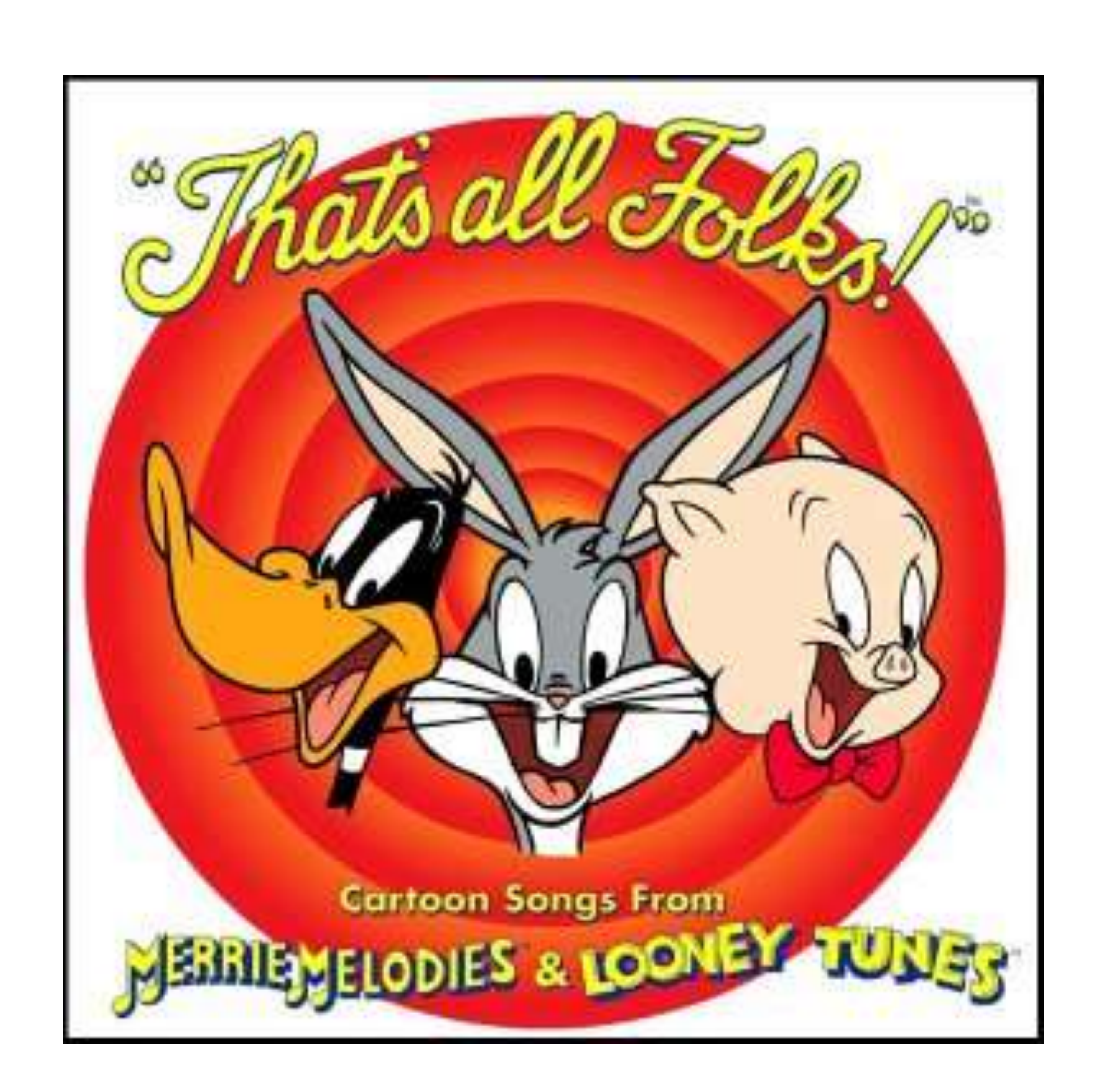
Raisonnement par analogie, analyse fonctionnelle, règles implicites, …

- Référencer les Entrées et les Sorties
- CBR, Analyse fonctionnelle et synthèse …
- Nécessité de pratiquer



Implémentations matérielles

1. En logique numérique
2. En utilisant les API
3. Capteurs et Actionneurs

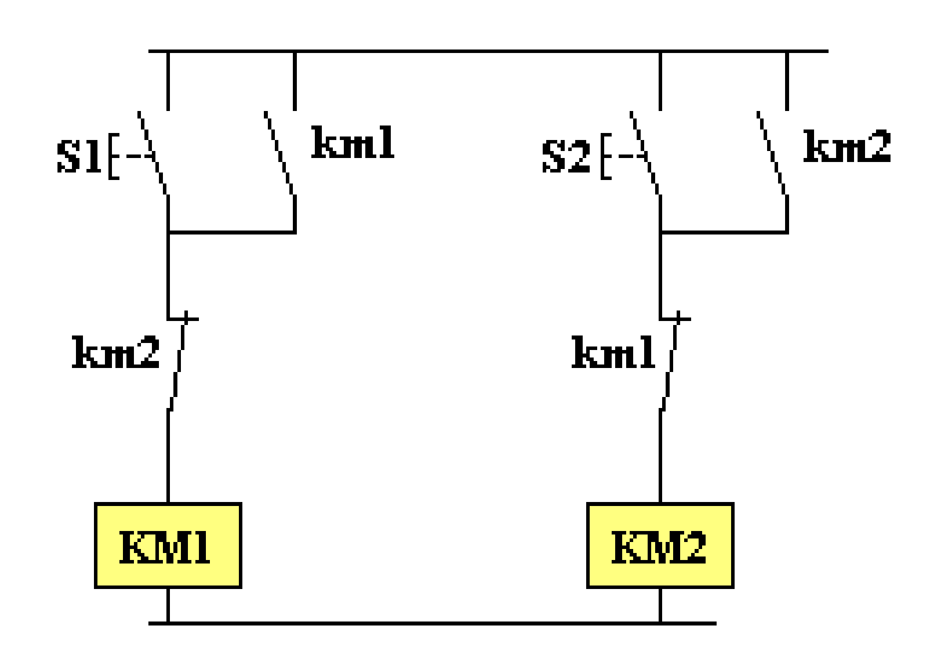

"That's all Folks!"
Cartoon Songs From
MERRIE MELODIES & LOONEY TUNES

APPLICATIONS

1. Traduire le schéma électrique suivant en schémas à contacts PL7-2, en utilisant les adresses automates suivantes.

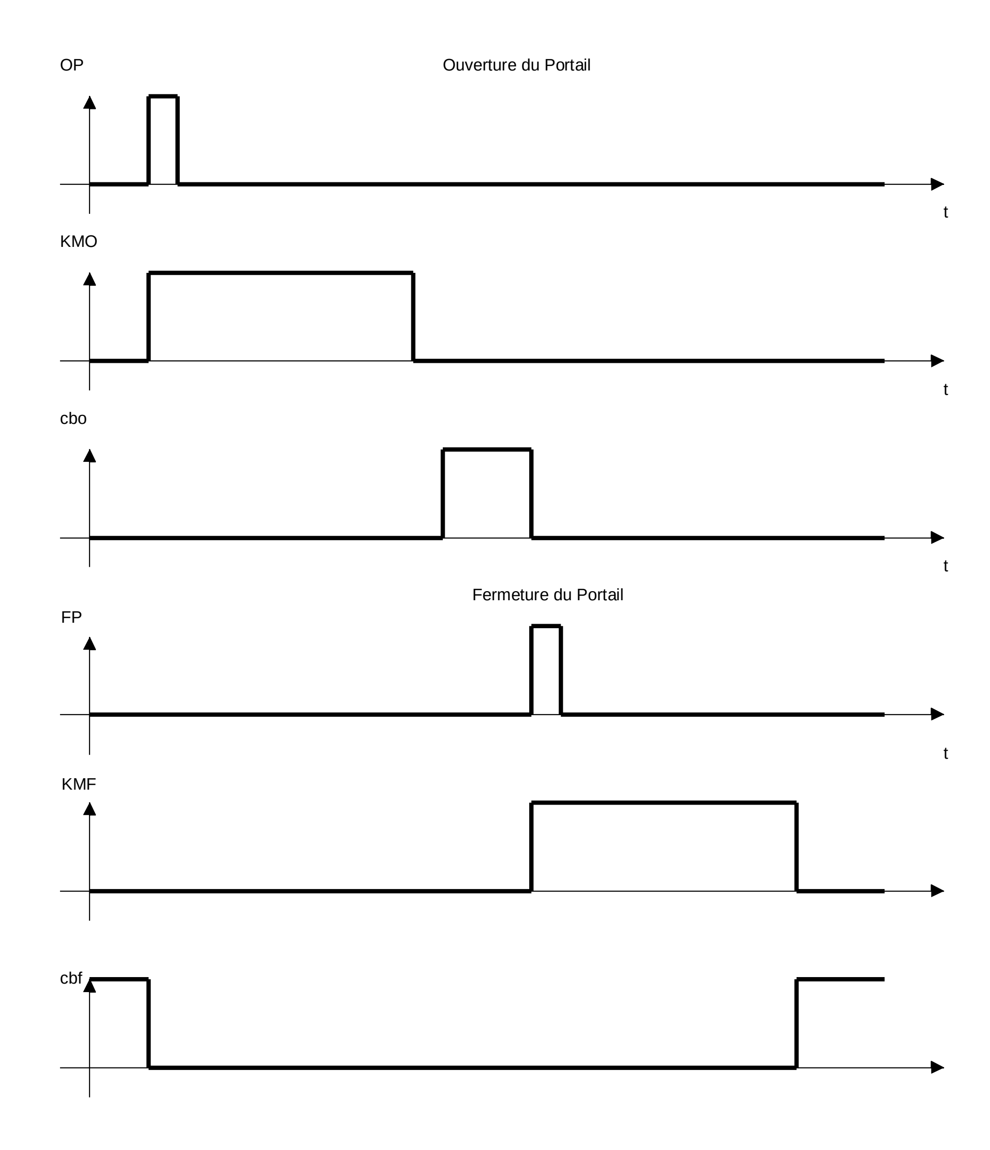
2. Traduire le schéma électrique suivant en GRAFCET point de vue partie commande.

Description	Adresse API
BP S1	I0,01
BP S2	I0,2
BP S3	I0,3
KM1	O0,01
KM2	O0,02



3.Traduire les chronogrammes suivants en GRAFCETS point de vue utilisateur puis point de vue partie commande.

4.Modifier les GRAFCETS précédents
En rajoutant en fin d'ouverture une Temporisation de 15s.
(il n'y a plus d'ordre manuel de fermeture)

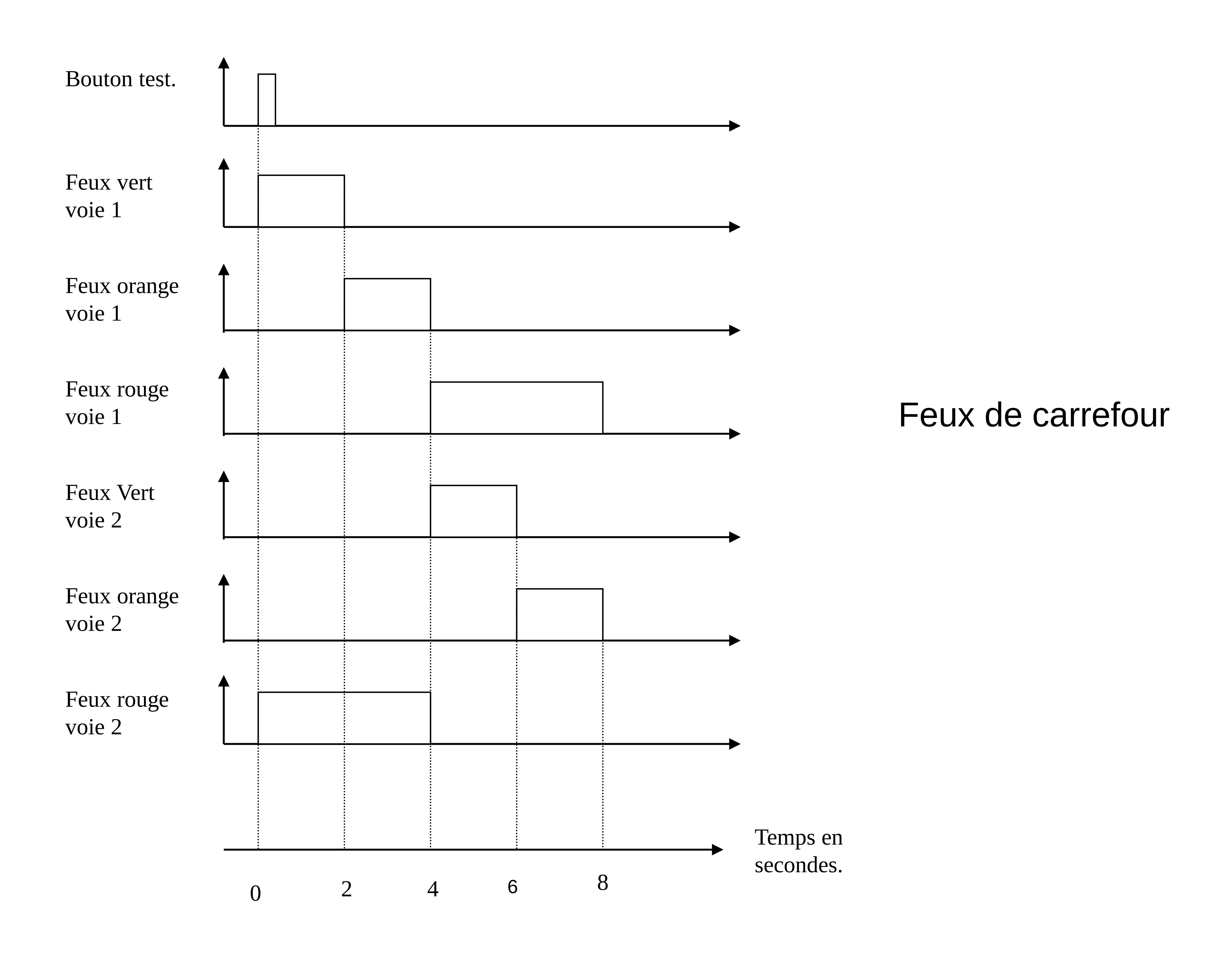


5. Voila le fonctionnement souhaité pour une station de pompage équipée de 3 pompes et de 4 détecteurs inductifs :
-Démarrage du cycle de fonctionnement par un appuie fugitif sur
Le bouton Départ Cycle les trois pompes fonctionnent.
-Une fois que l'eau a atteint le niveau du capteur intermédiaire bas deux des trois
Pompes continuent de fonctionner.
-Une fois que l'eau a atteint le niveau intermédiaire max une autre pompe s'arrête.
-Une fois la cuve pleine toutes les pompes sont arrêtées.

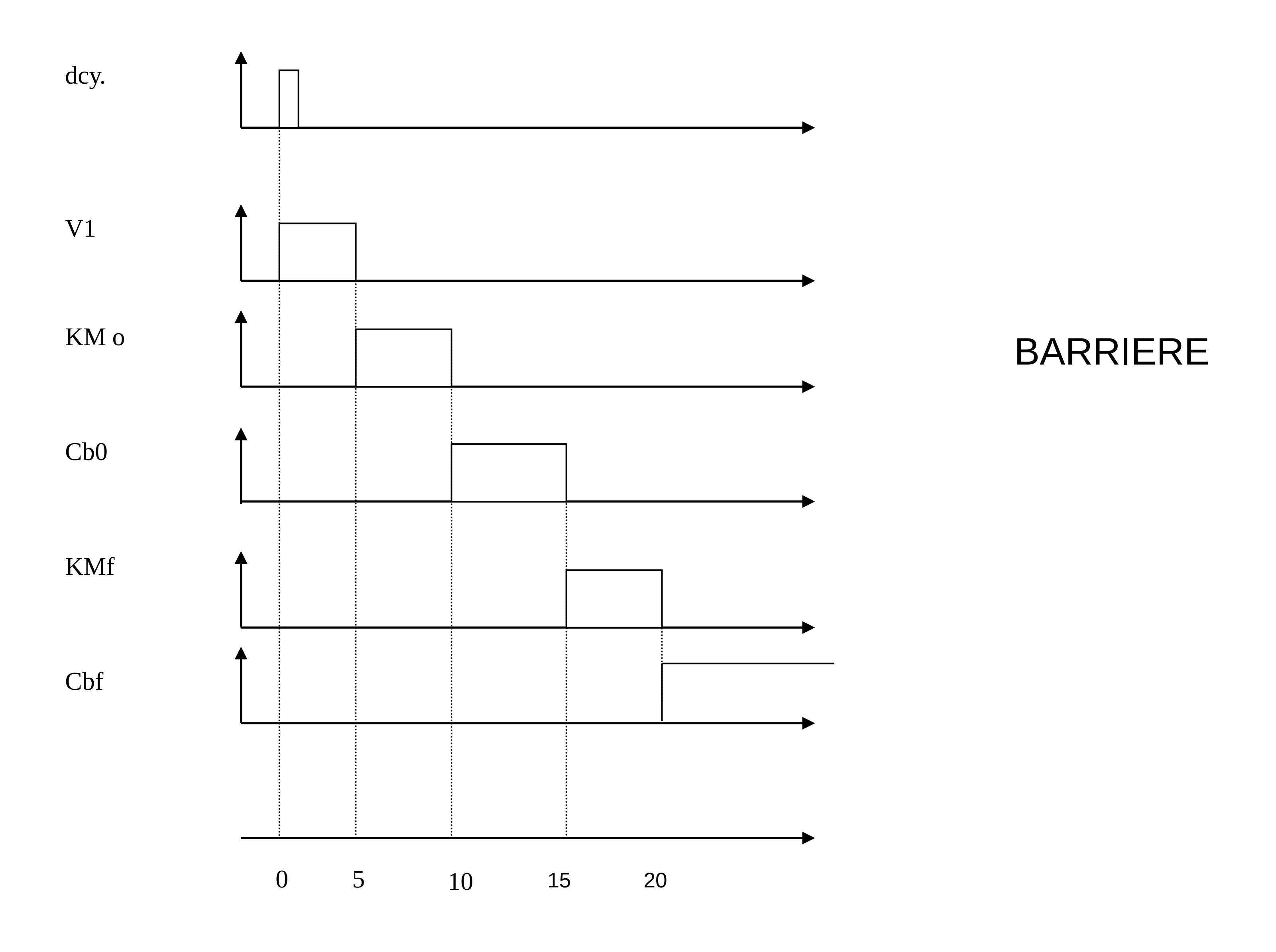
Donner le GRAFCET point de vue utilisateur de ce fonctionnement.

6. **Modifier le GRAFCET précédent** en permettant un roulement dans le fonctionnement des pompes à l'aide d'un sélecteur à trois positions (1,2 ou 3).
+ En position 1 la pompe n°1 fonctionnent tout le temps
Et la pompe n°3 s'arrête en premier.
+ En position 2 la pompe n°2 fonctionnent tout le temps
Et la pompe n°1 s'arrête en premier.
+ En position 3 la pompe n°3 fonctionnent tout le temps
Et la pompe n°2 s'arrête en premier.

7. Dans le cas précédent donner **l'équation Booléenne** de chaque sortie.



Feux de carrefour


dcy.
V1
KM o
Cb0
KMf
Cbf
0
5
10
15
20
BARRIERE